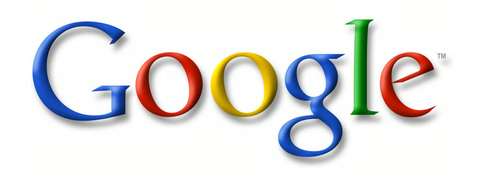
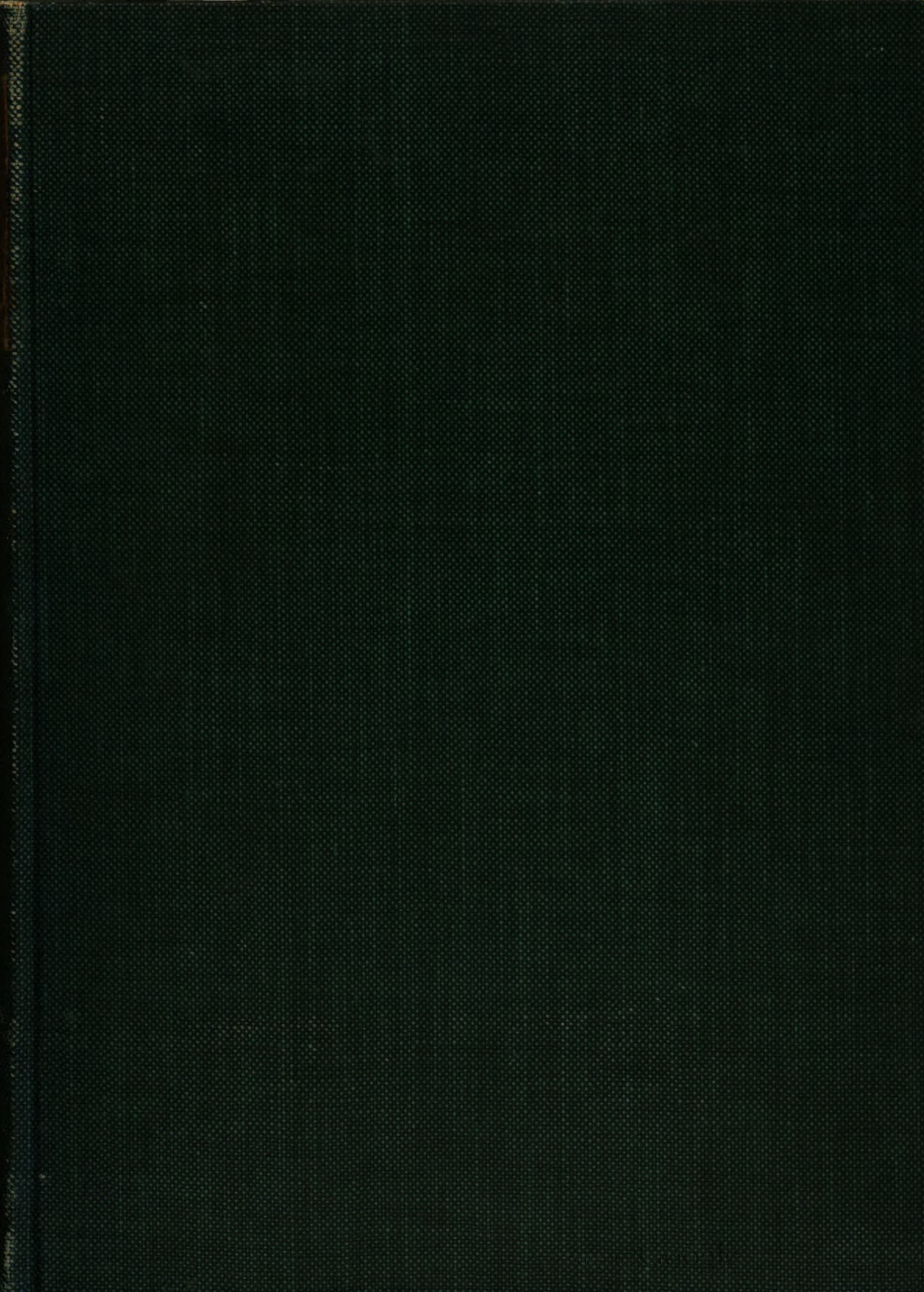

Google



Das Weltall

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen

von

F. S. Archenhold,

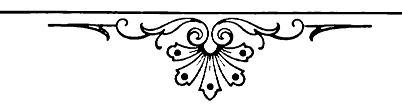
Direktor der Treptow-Sternwarte.

„Die Astronomie ist eine herrliche, erhabene, weil erhebende Wissenschaft. Darum sollte sie keinem auch nicht einem Menschen vorenthalten werden.“ **Diesterweg.**

2. Jahrgang

Oktober 1901 bis September 1902.

Mit 11 Beilagen und 73 Abbildungen.



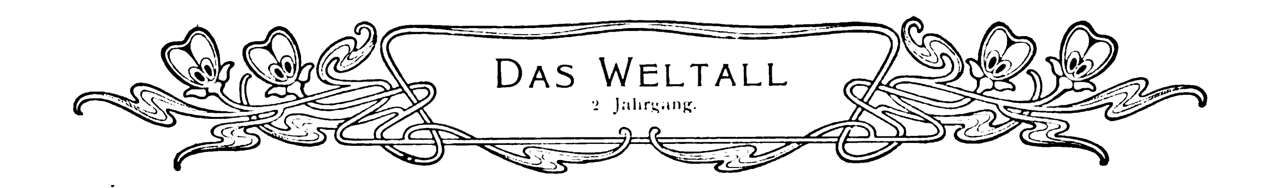
Berlin.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn

W. 35, Schöneberger Ufer 43.



Emil Dreyer's Buchdruckerei, Berlin S.W.



Mitarbeiter

(Die Klammer bei der Seitenzahl zeigt an, dass der Artikel nicht vom Verfasser unterschrieben ist.)

Verzeichnis der Abbildungen.



Verzeichnis der Beilagen.





Das Weltall
2. Jahrgang.

Inhaltsverzeichnis.

Kleine Mitteilungen.

Bücherschau.

Personalien.

Fragekasten.

Schenkungen.

a) allgemeine.

b) für die Vortragshalle der Treptow-Sternwarte.

(Ohne Ortsangabe Berlin.)

& Ulbrich 92. — Oberbürgermeister Kirschner 120. — Prof. Ludwig Knaus 120. — Prof. Dr. Victor Knorre 92. — Fräulein Elise Koenigs 136. — Prof. Dr. F. Kohlrausch, Präs. der Phys.-Techn. Reichsanstalt, Charlottenburg 136. — Grubenbesitzer F. W. Körner 164. — Fabrikbesitzer Dr. Erich Kunheim 120. — Ingenieur Christian Lange 120. — Prof. Dr. Leman, Charlottenburg 164. — Louis Levin 120. — J. Lewinsohn 120. — Carl Lier, Schwarzfeld (Harz) 244. — Bernhard Lilienfeld 136. — Direktor P. Mankiewitz 244. — Frau Hermann Marckwald 104. — Dr. med. Alfred Marcuse, Charlottenburg 164. — Alfred Markus 92. — Edward Markus 120. — Stud. rer. nat. W. Mecklenburg, Pankow 244. — Frl. Sophie Mindt 104. — Oscar Mindt 104. — Julius Model 164. — Emil Mosse 196. — Frau Auguste Müller 104. — Oscar Müller 164. — Stadtrat Dr. Münsterberg 136. — Ingenieur Emil Naglo, Treptow 120. — Dr. Martin Neubart, Charlottenburg 164. — Gemeindevorstand Nieder-Schönhausen 136. — Dr. Ernst Noah 92. — Gemeindevorstand Ober-Schöneweide 136. — Fabrikbesitzer Oscar Pintsch 164. — Frau Amtsgerichtsrat Pniower 120. — Staatsminister v. Podbielski, Exc. 136. — Frau Major Antonie Pohle, geb. Saegert 120. — Adolf Protzen, Stralau 120. — Geschwister Else und A Rabe 120. — Geh. Baurat, General-Direktor Emil Rathenau 136. — Oscar Rathenau 164. — Rathenower opt. Industrie-Anstalt, vorm. Emil Busch A.-G., Rathenow 92. — Julius Reichenheim 104 — Carl Reichert, Mikroskopfabrikant, Wien 92. — Dr. S Riefler, München 92. — Frl. A. Rohrbeck 196. — Dr. Max Runge 120. — Max Runge 92. — Fräulein Anna Saegert 136. — Auskunftei W. Schimmelpfeng 92. — Carl Schlesinger 164. Dr. med. Paul Schmidt, Baumschulenweg-Treptow 92. — R. Schroeter 244. — Frau Marie Schulenburg-Ottleben, geb. Halske 92. — Oberbürgermeister Schustehrus, Charlottenburg 196. — J. Schwarz, Treptow 136. — Kgl. Geh. Kommerzienrat C. Spindler 92. — Carl Stiebel 196. — Franz Stock, Treptow 120. — Kreisausschuss des Kreises Teltow 196. — Dr. Johannes Thiele, Charlottenburg 104. — Staatssekretär des Reichs-Schatzamts, Wirkl. Geh. Rat Freiherr von Thielmann 104. — Prof. Dr. M. Thiesen, Friedrichshagen 92. — Eugen Tornow, Frankfurt a. M. 120. — Friedrich Treitschke, Erfurt 92. — Gemeinde Treptow 244. — Treptower Grundbesitzer-Verein 164. — Ungenannte Dame 196. — Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure 120. — Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte 120. — S. Weil, Bankdirektor 92. — Dr. Werner Weisbach 92. — Dr. Theodor Weyl, Charlottenburg 164. — Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. L. Wittmack 120. — Dr. Georg Wolfsohn 104. — Baumeister L. Zeitler 136. — L. Zuckermandel, i. F.: C. Schlesinger, Trier & Co. 136.

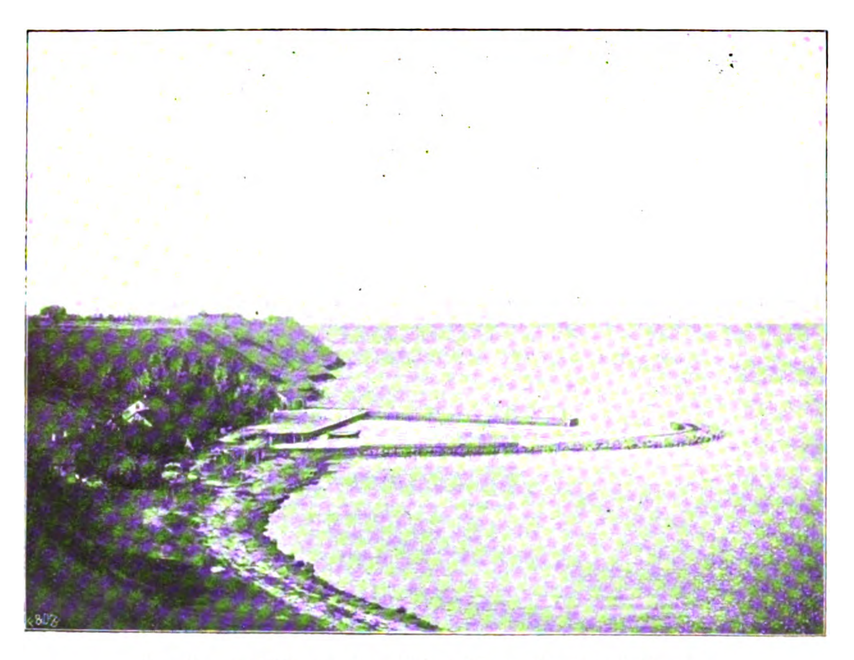


Sach- und Namenregister.



Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete
„DAS WELTALL“, Jahrgang 2. Heft 1.

(zu F. u. M. Albrecht: Die Reste der Sternwarten Tycho Brahe's, Seite 7 u. flgde.)



Landungsstelle an der Südostküste der Insel Hveen.



Nördlicher Teil der Uranienburg mit dem Brunnenhäuschen.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 1. Heft. **F. S. Archenhold,** Direktor der Treptow-Sternwarte. **1901 Oktober 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).
Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Ost, West, Süd, Nord

Bemerkungen zu den Namen der Himmelsgegenden

Von Prof. Dr. F. Reuleaux

Die germanischen Völker haben der Kulturwelt einen, zwar wenig auffälligen, aber in der That grossen Dienst dadurch erwiesen, dass sie ihnen die vier Himmelsgegenden oder -Richtungen mit Namen versehen haben, und zwar mit den kurzen, knappen, so eigentümlich ausdrucksvollen Namen:

deutsch:	Ost (en)	West (en)	Süd (en)	Nord (en)
die ja heissen auf:				
holländisch:	oosten	westen	zuiden	noorden
schwedisch:	öster, östan	vester	sunnan	nord, norr
dänisch:	ost	vesten	syd, sonden	nord, norden
englisch:	east	west	south	north
französisch:	est	ouest	sud	nord
italiänisch:	est	ovest	sud	norte*)
spanisch:	este	oeste	sud, sur	norte, norde
portugiesisch:	este, leste	oeste	sul	norte

Diese Gemeinsamkeit der Bezeichnungen bei denjenigen Nationen, die ich bei einer früheren Gelegenheit**) die atlantischen zu nennen vorschlug, ist schon

*) Als Nebennamen dienen noch in Italien, Spanien und Portugal „oriente", „occidente", „levante" und „ponente" für Ost und West; auch in Italien „mezzodi" und „settendrione" für Süd und Nord, und so noch einiges Andere; aber das sind nur Hülfsbezeichnungen; wir selbst sagen ja auch wohl „Morgen", „Abend", „Mittag", „Mitternacht", aber mehr bloss im gehobenen Ausdruck und in der Redeweise des Dichters. Russland hat sich noch nicht ergeben, sagt vielmehr:

wostókk sáppad jugg ssjéwerr,

braucht aber unsere obigen Namen im See- und Wetterwesen nebenbei; Griechenland ist seinem Altertum, unbekümmert um uns, ungefähr treugeblieben, sagt:

anatolé dýsis nótos boréas

**) Vortrag über „Kultur und Technik", Wien, 1884.

sehr alt, stammt aus verkehrsschwachen Zeiten, in denen offenbar die verwandten Stämme oder Familien noch nahe beieinander wohnten; sie ist auch ganz verschieden von den heutigen internationalen Neubildungen, wie „Telegramm“ und dergleichen. Sie ist nicht wie diese sprungweis aufgekommen, sondern lässt auf langsame Vorgänge, die im Dunkel früher Geschichte liegen, schliessen, einstweilen auch nur schliessen. Denn die Sprachforschung ist trotz vielem Bemühen noch nicht bis zur sicheren Erklärung des merkwürdigen Wortgeviertes gelangt. Erst einige Schritte zur vollen Klarlegung ist sie vorgedrungen; weiter unten soll auf dieselben kurz zurückgekommen werden. Die nachfolgende Studie bezweckt etwas Anderes, aber Verwandtes. Sie bezweckt nämlich, die ganz anderen Bezeichnungen der Himmelsrichtungen aus einigen Sprachen und Zeiten zu vergleichen, in denen unser obiges germanisches Viergespann noch nicht zu seiner Anerkennung gelangt, oder überhaupt noch nicht gebildet war. Verschiedenes, wobei auch Neues, was sich bei der Vergleichung ergeben wird, möchte den Freunden der Beschauung des Himmels willkommen sein, da es dessen Einteilung selbst in erfreulicher Weise verständlicher macht. Denn das ist das Beste, was uns die wissenschaftliche Sprachforschung, die man heute nicht mehr mit dem Schulmeisterspass „alopex, pax, pox, pux, Fuchs“ abweisen kann, gebracht hat, dass sie uns das Wort, das nur ein geschriebenes Stück Gedächtniswerk war, auseinander faltet bis auf seinen begrifflichen Inhalt.

Drum wolle der Leser des „Weltalls“ auch nicht scheuen, in einige Betrachtungen, die sich auf Sanskritwörter stützen, mit einzutreten, zumal wir die, für den Fachmann mit den fremden Buchstaben anzuführenden Belege in die Anmerkungen, unter den Strich verweisen können.

Die Sprachen, aus denen wir zunächst Wörter zum Vergleichen herausheben wollen, sind das Sanskrit, das zwar nicht die indogermanische Ursprache ist, aber derselben noch sehr nahe steht, dann dessen Tochter, das Hindostanische, und sodann das Arabische. Beginnen wir mit dem Osten. Dieser heisst auf:

Deutsch	Sanskrit	Hindostanisch	Arabisch
Ost	*prâtschi* *)	*pratsch*	*schark*
	purvâ **)	*purba, purab* ***)	

Die beiden Sanskritwörter *prâtschi* und *purvâ*, scheinen ziemlich gleich häufig gewesen zu sein, wie man wenigstens aus der Vielheit ihrer im Hindostanischen gebräuchlich gebliebenen Nebenformen schliessen darf; sie haben aber alle beide eine sehr bemerkenswerte Doppeleigenschaft. Es bedeutet nämlich:

pra und auch *prâtschi* „vor“, „vorne“ und zugleich „Osten“,

desgleichen *pura* und *purvâ* „vor“, „vorne“ und ebenfalls „Osten“.

Ganz ähnlich verhält es sich bei den hindostanischen Wörtern, die übrigens ihre Abstammung und unverfälschte Herabkunft vom Sanskrit an der Stirne tragen; auch hier gelten die beiden Sinne, hier und da nur leicht vermischt mit „alt“, „ehrwürdig“ von einem andern Worte (*purana*) herstammend. Geschrieben wird das Hindostanische mit Hindischrift, die eine etwas fliessender

*) प्राची, प्राचीन, nach Wilson, Sans. and engl. Dict. S. 9 und 427 aus प्र vor und अञ्च gehen gebildet; auch प्राञ्च, Cappeller S. W. B. S. 282, vorn und östlich kommt in Betracht, sowie verschiedene Nebenformen.

**) पूर्व्व und पूर्व, sowie auch lautverschieblich पूर्ब्ब und पूर्ब, also ein doppeltes wie einfaches v sowohl, als b sind vorhanden, dann auch पुरा vorne, vor, alle den Doppelsinn „vor“ und „östlich“ tragend.

***) Auch das echte *purva* ist da, ebenso noch *purbi* in lebendigem Wechsel.

behandelte Sanskritschrift ist, oder mit persisch-arabischen Schriftzeichen; diese haben die eindringenden Moslim ihrerzeit mitgebracht, indem sie zugleich, als der zur Herrschaft gelangte Stamm, der Volkssprache eine grosse Menge arabischer Wörter beimischten.

Die obige arabische Bezeichnung für Osten, *schark*, die sich auch noch mundartlich abgewandelt vorfindet, z. B. in Algier *schörk* lautet, ist uns nicht so wildfremd, wie der erste Anblick glauben macht. Das *sch* ist nicht so ganz voll mit vorgeschobenen Lippen zu sprechen, sondern etwas dem scharfen *s* zu nähern; unter der Herrschaft dieser Aussprache haben wir im Mittelalter aus *schark* das Wort Sarazene gemacht, was also eigentlich der „Oestliche", der „Orientale", der „Morgenländer" heisst. Gehen wir nun weiter zu:

Deutsch	Sanskrit	Hindostanisch	Arabisch
West	*paçtschima**)	*putschhum, patschham*	*garb*

Die Westrichtung wird in Sanskritschriften auch *Varuni* genannt; das geschieht aber nur in religiöser Anspielung auf den Gott der Gewässer, Varuna, dem der Westen geweiht war. Nebenbei bemerkt, lässt dies darauf schliessen, dass die damaligen Sprachenbildner dem westlichen, d. i. dem indischen Ozean ziemlich nahe wohnten. Das eigentliche Sprachwort war das in vorstehender Liste aufgeführte. Nun heisst aber *paçtschat* „hinten" und zugleich auch „westwärts", „westlich von", sodass wir hier abermals die merkwürdige Zweisinnigkeit der Bezeichnung vor uns haben. Die beiden hindostanischen Wörter sind wieder als Sanskritabkömmlinge zu erkennen**). Hervorgehoben aber sei, dass neben den beiden aufgeführten Formen heute sehr gebräuchlich sind, ja dem Anschein nach bevorzugt werden die Formen *maghrib* und *moghrib*. Diese aber sind von der erwähnten arabischen Herkunft und aus dem Stammwort *garb* regelmässig entwickelt. Die heutigen Aegypter nennen das ganze Nordafrika *el-garb*, das Westland. Betrachten wir nun die Reihe:

Deutsch	Sanskrit	Hindostanisch	Arabisch
Süd	*dakschinâ****)	*dakhan*	*jemîn, dschenub*

Die Benennung *dakschinâ* ist besonders merkwürdig; einesteils wiederum wegen der Zweisinnigkeit, indem sie nicht nur Süd, sondern auch „rechts" bedeutet, andernteils weil sie unter ganz schwacher Abschleifung in der griechischen und der lateinischen Form, *δεξιά* und dexter, dextra, aus der Wanderung zu den Mittelmeerländern hervorgegangen ist, ja bei den romanischen Völkern in „droit", „diritto", „derecha", „dereito" lebendig geblieben ist. — Das hindostanische Wort für Süden erklärt uns auch die Bedeutung des Namens Süd-

*) पश्चिम, पश्चात्, Cappeller S. 246, Wilson S. 377. पश्च gilt etymologisch als Ersatz für अपर, was entgegengesetzt, rückwärtig (aus अ priv. und पर anders) und auch wieder daneben Westen bedeutet.

**) Auch die Formen *pitschhe, pitschhen* für „hinten" sind im Gebrauch.

***) दक्षिणा Wilson S. 292, Cappeller S. 164. Der Eigenname Dakscha, दक्ष, ist der eines hohen göttlichen Herrschers (vergl. „Weltall" Heft 21 S. 179), des Vaters zahlreicher Töchter, wovon eine, die Durga, die Gattin Çivas ist. Bemerkenswert ist die Bedeutung „südlich" in दक्षिणायन, Dakschinayana, dem Namen für die Bahn der Sonne südlich vom Aequator, auch für die Wintersonnenwende insbesondere, und bei den Dichtern für den Weg ins Todtenreich. Neben der Bedeutung „die rechte Körperseite" steht die der sittlichen Eigenschaften der Geradheit, Rechtlichkeit, Aufrichtigkeit in vorderer Linie. Angeführt zu werden verdient noch दक्षिणातर für „links", d. h. nach Cappeller S. 164 „anders als rechts", könnte auch sein: „von rechts her zu erreichen". Angemerkt sei, dass bei Grimm Myth. III 22 vom Drucker daxima statt daxina gegeben ist.



indiens: Dekan oder Dakan ist „das südliche Land“. *Dakhni* bedeutet „südlich“ und *dahna* „rechts“, wonach das Hindostanische in der Form zwar Abschweifung gegenüber dem Sanskrit zeigt, begrifflich ihm aber ganz treu geblieben ist.

Von den beiden arabischen Bezeichnungen weist die erste die wichtige Eigentümlichkeit der zweifachen Bedeutung, die wir in den indischen Beispielen fanden, ebenfalls auf. Die rechte Hand heisst *el-id el-jemina* (in Algier *imine*) und Südarabien heisst *el-jemen* (wir schreiben ja gewöhnlich Yemen). Neben *dschenub* oder *genub* kommt auch *gunub* vor, (vergl. „Weltall“ 21. Heft, S. 180 bis 182). Wir haben nun noch anzusehen die Reihe:

Deutsch	Sanskrit	Hindostanisch	Arabisch
Nord	*uttarâ**)	*uttar*	*schemal*

Der Sanskritname der vierten Himmelsgegend ist wiederum zweisinnig, bedeutet nämlich Norden, nördlich und auch „links“. Das hindostanische *uttar* bedeutet „nördlich“; ob es auch für „links“ gebraucht wird, vermag ich nicht nachzuweisen. Indessen heisst „links“ auf hindostanisch *bayan*, und dies könnte nahe zusammenhängen mit *vayava*, Nordwestwind, womit denn ebenfalls die Uebereinstimmung von nördlich und links sich ergeben würde. Das indische *uttarâ*, *uttar* ist übrigens hinübergelangt auf die Sundainseln. Malayisch ist nämlich Nord = *utârâ*, was aber einzeln entlehnt scheint, da malayisch Ost = *timor*, West = *bârat*, Süd = *slâtan* auf Länder oder Landstriche, nicht auf den menschlichen Körper verweisen; die linke Hand heisst bei den Malayen *tangan-kiri*, also völlig abweichend. — Das arabische *schemal* bedeutet ausser Nord und nördlich ausdrücklich auch „links“, sodass auch hier die Zweisinnigkeit besteht.

Es liegt nun das höchst eigentümliche Verhältnis klar vor uns, dass einst in zwei Sprachen vollständig, in einer dritten, ganz von beiden verschiedenen, sicher zur Hälfte die Himmelsgegenden vom menschlichen Körper aus ihre Bezeichnung erhalten haben. Der Stelle des täglichen Sonnenaufgangs zugewandt, nannte der Mensch tief in Asien in fernvergangenen Zeiten diejenige Himmelsrichtung, die dann „vor“ ihm lag, Osten, *prâtschi*, die „hinter“ ihm lag Westen, *paçtschimâ*, die ihm „rechts“ lag, Süden, *dakschinâ*, die ihm „links“ lag, Norden, *uttarâ*.

Dieses höchst bemerkenswerte einstige Verfahren, das in der Sprache seinen Abdruck zurückgelassen hat, ist von der Sprachforschung bemerkt worden; im Grimm'schen Wörterbuch**) ist hervorgehoben, dass es von Süden und Norden gilt; dass der Geltungsbezirk ringsum reicht, hatte die Wahrscheinlichkeit für sich; hier ist sie bestätigt. In einem, mir erst kürzlich bekannt gewordenen Vortrag des Herrn v. Meyer in der Gesellschaft für Anthropologie***) wird dies noch mittelbar bezeugt durch die Angaben, dass im Hebräischen:

kedem Osten und „vorn“, *achor* Westen und „hinten“,
jamin Süden und „rechts“, *schmol* Norden und „links“

bedeute. Als Altpersien angehörig führte der Vortragende *pratschja* als Bezeichnung für Osten an. Sollte das richtig sein, so wäre nach dem Obigen das Wort

---

*) उत्तर und उत्तरा bedeuten nach Cappeller S. 55 sowohl Norden, nördlich, als auch links. Wilson und auch Williams, Dict. Engl. u. Sanscr., führen die Bedeutung links nicht an; für letztere gibt aber Cappeller a. a. O. so vollständige und bestimmte Nachweise, dass Zweifel ausgeschlossen sind. Unter Verweisung auf die vorige Anmerkung sei noch angeführt उत्तरायण, Uttarayana, Bahn der Sonne nördlich vom Aequator und insbesondere Sommersonnenwende.

**) Band VII, S. 887 beim Stichwort Nord.

***) S. Zeitschrift für Ethnologie, 1873, Verhandlungen S. 25.



offenbar aus dem Sanskrit oder gar aus der noch älteren Ursprache dort hinübergekommen. Zu untersuchen bliebe immerhin noch viel. Denn ganz allgemein scheint doch in Asien die Gleichung „Osten = vorn“ nicht gewesen zu sein, da auf babylonischen Keilschriftplatten die beiden „Pforten“ der Sonne, Ost und West, durch die sie eintrat und hinausschritt, die linke und die rechte Pforte genannt werden*). Die semitischen Babylonier haben also die arische Ost-Auffassung nicht geteilt; somit ist Ableitung des hebräischen Brauches von einem älteren, z. B. indischen, nicht ausgeschlossen.

Sehr wichtig muss die Frage genannt werden, welche von beiden Benennungen, ob die am Körper, oder die am Himmelsrand die erste war. Herr v. Meyer ist in dem erwähnten Vortrag der Meinung, dass die Benennung der Himmelsgegenden schon fest gewesen sei, als die Menschen der rechten Körperseite den bekannten Vorzug zuerkannt hätten. Seine Untersuchung hat überhaupt einen anderen Zweck als den der Himmelszerlegung; er behandelt den „Ursprung von Rechts und Links“, und gelangt zu der Ansicht, dass die Menschen aus der Beobachtung, dass die Sonnenbahn am Himmel stets rechts von der Westostlinie verlaufe, eine Bevorzugung der rechten Körperseite abgeleitet hätten. Nun wissen wir aber, dass biologisch wie physiologisch die rechte Körperseite wirklich begünstigt ist — natürlich abgesehen von den Ausnahmen — auch kennen wir auf der südlichen Halbkugel kein Volk, das nicht die rechte Hand bevorzugte, während gemäss der v. Meyer'schen Auffassung doch dort die linke Seite bevorzugt sein müsste. So gilt denn dieser Vorzug der Rechten ganz allgemein und muss empfunden worden sein, ehe alles Hinaufschauen begann. Die Benennung der Weltseiten nach den Körperseiten war deshalb, als der Mensch die Sonne als die Spenderin alles Lebens erkannt hatte, das Natürliche. Ja, wir brauchen uns nicht einmal mit diesem Vernunftschluss zu begnügen. Denn die vergleichende Sprachforschung hat uns bereits gezeigt und erkennen lassen, dass der sich entwickelnde Mensch überhaupt mit den Namensgebungen bei seinem Körper begann und das an diesem sprachlich Gewonnene darauf nach aussen übertrug. Die Zahlworte sind, nachdem der Begriff der Zwei gewonnen war, wozu die Paarigkeit der Gliedmaassen früh geleitet haben muss, von den Fingern oder vom Körper überhaupt auf den losgelösten Begriff des Messens von Mehrheiten übergeführt worden. „Kokosnüsse drei Mann“ zählen noch einzelne Natursöhne, die zu den Schiffen in der Südsee Früchte bringen. „Zwei sind (noch) gebogen“ bedeutet Drei bei anderen. Auch in unseren eigenen Zahlwörtern steckt in der Tiefe, die zum Teil etwas erhellt ist, die Fingerreihe. „Mata“ heisst ferner bei den Maori auf Neuseeland das Auge, aber auch das Gesicht, und „Matariki“, das „kleine Gesicht“, nennen sie die Plejaden (vergl. „Weltall“ Heft 21). Sie bilden auch Ableitungen von „Mata“, wie z. B. „Mata ara“, buchstäblich „Auge (auf dem) Weg“ für „wachen“, „Wache stehen“. Die Steine hiessen in einer anderen Sprache die „Knochen des Weges“, eine Quelle ein „Wasserauge“, und so weiter. So dürfen wir es denn als den Ausfluss eines uralten Sprachbildungsverfahrens ansehen, dass man auch vor der sich erhebenden Sonne die Weltseiten nach den Körperseiten, die schon längst ihre Namen hatten, benannte.

---

*) Sieh L. W. King, Babylonian Religion and Muthology, London 1899. S. 80:
Er (Marduk) machte grosse Pforten an beiden Seiten (des Himmelsgewölbes).
Er machte stark den Riegel an der linken und an der rechten (Pforte),
In der Mitte dazwischen befestigte er den Zenith.

War aber einmal der Sonnenkultus zu einer höheren Bedeutung gelangt, so war die Oststellung bei feierlichen und auch nur ernsten Handlungen etwas durchaus Begreifliches. Gegen den Aufgang gewandt sehen wir den alten Indogermanen bei allen wichtigen Handlungen stehen. Dass es Mohamed nicht schwer wurde, bei seinen Hamiten an die Stelle der parallelen östlichen Richtung die strahlige nach Mekka einzuführen, scheint mir nur zu zeigen, dass bei ihnen die Ostrichtung nicht tief eingewurzelt war. Vielleicht soll der Mythus von Ham, Sem und Japhet das ausdrücken. Er könnte bedeuten, dass die Hamiten sich nicht beteiligen gewollt an der Anerkennung der Ostwendung, während die anderen Stämme, rücklings hinzuschreitend (nicht „wegschreitend", wie v. Meyer annimmt) dazu bereit waren. Den Italienfahrern unter den Lesern möchte hier die Darstellung der angeblichen häuslichen Szene, die im Campo santo in Pisa einen herrlichen Wandschmuck bildet, einfallen, mit dem Malerscherz, der die eine gar zu neugierige Tochter des Patriarchen durch die Finger gucken lässt. *La vergognosa di Pisa,* die Schämige von Pisa, heisst die Kleine durch ganz Italien.

Bei den Indogermanen ist aber dann die aus uralt ehrwürdiger Zeit herstammende Ostschau erhalten geblieben; die Richtung der Tempelachsen, die Lage im Grabe, gelegentlich die Stellung beim Gebet, alles das spricht für die Ererbung aus der indogermanischen Urheimat. Im Walthariuslied, dass nach meiner Ansicht durchaus asiatischen Ursprungs ist und uns bloss in einer Bänkelsängerform ganz entstellt überkommen ist, schimmert die echte Stelle beim Gebet des Helden, der sich nach Osten gewandt hat, wie Gold durch.

Dass in indischen Gegenden nicht der Nordpol als Schaupunkt ausgewählt wurde, der doch weit fester liegt, als der so deutlich vor- und zurückwandernde Ostpunkt, erklärt sich daraus, dass der Nordstern selbst dort gar nicht auffällt und seine grossen Begleiter im Grossen Bären fast die Hälfte des Jahres nicht nächtlicherweile herabschauen.

Bei den Gräkoitalern muss nach der grossen, zweifellos ganz langsamen Wanderung oder Verschiebung die alte Vorstellungsreihe allmählich eingeschwunden sein, weil bloss *δεξιά* und *dextra* übrig geblieben sind, also nur das Ursprüngliche, Stärkere, Mächtigere, Näherliegende, d. i. das die Körperseite betreffende sich behauptet hat. Auch die Wendung nach Osten verloren die Römer, oder verwandelten sie in eine solche nach Süden. Die weite sprachliche Lücke zwischen unserer heutigen und den uralten indischen Richtungsnamen ist noch nicht ausgefüllt oder überbrückt. Die Beziehungen zwischen „Osten" und der Frühroth-göttin Ostera und deren Fest sind noch nicht ausreichend ergründet. Die Vermutung, die Herr v. Meyer in seinem oben erwähnten Vortrag aufstellte, dass West aus dem Sankritwort *vasati* stamme, ist nicht haltbar, da *vasati* unmittelbar aus der Wurzel *vas,* die wohnen bedeutet, mittelst der substantivischen Endsilbe *ti* abgeleitet ist und „Wohnung" ohne die geringste Beziehung auf Himmelsgegend bedeutet. Bei uns Germanen scheint sprachlich nur der kleine Rest *nertro,* auf den Kluge die Aufmerksamkeit gelenkt hat und der Norden und „links" zugleich bedeutete, auf eine Erinnerung an die untergegangene Urvorstellung hinzuweisen, von der sich sonst nur in einzelnen Gebräuchen noch flüchtige Spuren erhalten haben. Dieser Rest aber, der anknüpft an die vier Reihen der frühen Vorstellungen, eröffnet vielleicht eben deshalb eine Aussicht auf die Lüftung des Schleiers, der noch das ganze germanische Viergespann unserer Ueberschrift verhüllt.

Die Reste der Sternwarten Tycho Brahe's auf der Insel Hveen.

Von F. und M. Albrecht.

Es war eine ruhige Ueberfahrt von Kopenhagen nach Landskrona. Gleich einem schmalen Saume tauchte die Insel Hveen, der unser Besuch galt, am Horizont auf, um sich dann nach und nach mit ihren Steilküsten ganz aus der dunkelblauen Flut des Sundes zu erheben, gleich der schaumgeborenen Venus, der sie ja als *insula Venusia* ihren Namen verdankt. Die Lage der Insel, die einen Flächenraum von 7,5 qkm bedeckt, ist aus der beigefügten



Fig. 1.
Die Insel Hveen im Öre Sund.

Kartenskizze ersichtlich. Erst der folgende Tag sollte uns unserem Ziele entgegenführen, doch entschädigte uns für die Wartezeit in Landskrona ein prachtvoller Sonnenuntergang. Von goldigem Glanze umflossen tauchte das Tagesgestirn hinter dem schwarzen Streifen der Insel Hveen unter und zeigte noch deutlicher ihre charakteristischen Konturen mit der Nygarder Kirche neben Tycho's Uranienburg.

Die Fahrt mit Fischerbooten zur Insel hinüber, die noch vor nicht langer Zeit als einziges Verkehrsmittel den Bewohnern dieses Eilandes zur Verfügung stand, ist heute dem Dampfschiff gewichen, dessen Route die punktierte Linie auf der Kartenskizze kennzeichnet. Doch ist auch jetzt noch der Verkehr nach der Insel hinüber nur ein beschränkter. An drei Tagen in der Woche verkehrt ein Dampfer zwischen Landskrona und Hveen.

Auch wir fuhren mit dem kleinen Dampfer von Landskrona hinüber, es war d. 13. August d. J., und landeten nach etwa einstündiger Fahrt an der Südostküste der Insel.

Von der Landungsstelle giebt uns die obere Photographie der Beilage ein anschauliches Bild. Sie ist von der Höhe des Plateaus aufgenommen. Wir sehen über die Hafenanlagen — die Lage des kleinen Bootes bezeichnet den Anlegeplatz des Dampfers — hinweg zu der Steilküste an der Ostseite der Insel, die sich im Durchschnitt 50 m über den Meeresspiegel erhebt. Hier oben lagen im Mittelalter trotzige Burgen, von denen noch zu Tycho's Zeit Ruinen vorhanden waren; Tycho hat sie auch auf seiner Karte der Insel Hveen verzeichnet. Wir schauen über den blauen Sund hinweg zur schwedischen Küste, die sich der Insel hier bis auf etwa 6 km nähert.

Von der Landungsstelle führt der Hauptweg auf das Plateau der Insel hinauf. Wir verfolgen diesen Weg, der in nordwestlicher Richtung direkt nach Nygard zur Uranienburg führt und sich dann weiter über Tuna bis zur uralten Kirche St. Ibbs erstreckt.

Nach etwa halbstündiger Wanderung sind wir auf der Höhe der Insel angekommen. Vor uns erhebt sich die schmucke Kirche von Nygard, und kurz davor, rechts vom Wege, sehen wir grüne, wallartige Erhebungen, die alten Wälle, welche einst die Uranienburg umgaben. Links am Wege, fast wären wir achtlos daran vorbeigegangen, liegt eine kreisartige Vertiefung, von einem etwa $1^1/_2$ m hohen Steinwall eingeschlossen. Das muss die Sternenburg sein, die beiden kleinen Steinpfeiler im Grunde der Vertiefung lassen darüber keinen Zweifel. Zunächst wenden wir uns aber zur Uranienburg und sparen uns die nähere Besichtigung der Sternenburg für den Nachmittag auf.

Kurz vor der Kirche führt von der Chaussee ein kleinerer Weg rechts ab zur Schule und einigen anderen Gebäuden. Der Platz zwischen diesen ist mit einigen Bäumen bestanden, und etwa in der Mitte sehen wir eine ovale Vertiefung, deren Längsachse genau von Norden nach Süden zeigt. In dem nördlichen Teil steht ein kleines Brunnenhäuschen; wir sehen ferner in dem Grunde der Vertiefung und zwar vornehmlich am Rande einzelne Mauerreste. Es ist kein Zweifel, wir haben hier die altehrwürdigen Reste der Uranienburg vor uns.

Auf der unteren Abbildung der Beilage sehen wir den nördlichen Teil der Uranienburg mit diesem Brunnenhäuschen vor uns. Im Vordergrunde erblicken wir noch einige wenige Mauerreste. Die meisten Steine der alten Sternwarte sind für den Bau der vorerwähnten Schule, sowie der übrigen umliegenden Gebäude, von denen wir eins noch rechts auf dem Bilde sehen, verwandt worden. Zu dem Brunnen führt eine kleine Treppe in der Lehmböschung hinab.

Ausser diesen beiden Sternwarten sind noch eine ganze Reihe anderer Zeugen von der Wirksamkeit Tycho's auf der Insel vorhanden, wie die von ihm angelegten Fischteiche und die Ruinen der Papiermühle im Mühlenthale an der Südseite der Insel. Auch die schon erwähnte Kirche St. Ibbs birgt in ihrem Innern noch einzelne Andenken an den grossen Astronomen. Wir wollen uns hier aber nur darauf beschränken, eine Schilderung der gegenwärtigen Ueberreste der Uranienburg und Sternenburg zu geben.

Die Uranienburg.

Es soll hier nicht versucht werden, die Uranienburg in ihrer früheren Gestalt zu beschreiben. Es finden sich in den Werken Tycho's selbst, sowie unter neueren in dem bekannten Buch von Dreyer ausführliche Darstellungen und Abbildungen des Grundrisses der alten Sternwarte, sowie ihrer äusseren Ansicht.

Die Grundfläche der ovalen Vertiefung, die wir hier vor uns haben, ist, wie es scheint, erst vor kurzer Zeit geebnet und liegt etwa 2 m unter dem umliegenden Gelände. Von dem Brunnenhäuschen führt in genau südlicher Richtung ein Steg, der in der Mitte von einem querlaufenden Wege durchschnitten wird. An allen Böschungsseiten, vor allem an der westlichen und östlichen, bemerken wir Steintrümmer, die zum Teil aus lose aufgeschichteten Felsblöcken, zum Teil aus noch zusammengefügten Feldsteinen, sowie aus Resten von roten Backsteinmauern bestehen.

Schon die oberflächliche Betrachtung zeigt, dass uns von der ganzen Anlage nur noch Reste des Kellergeschosses erhalten sind. Leider ist uns kein Grundriss hiervon überliefert. Die Abbildung des Kellergeschosses, welche uns in Tycho's Aufriss der Uranienburg *(Astronomiae instauratae Mechanica)* erhalten ist, ersetzt einen Grundriss nicht. Es lassen sich daher die noch vorhandenen Reste des Gebäudes nicht ohne weiteres mit den tychonischen Abbildungen identifizieren. Da jedoch in der Hauptsache die Anlage des Erdgeschosses, dessen Grundriss wir bei Tycho finden, der des Kellergeschosses entsprochen haben wird, so werden wir nicht weit fehl gehen, wenn wir jenen Grundriss der Erklärung der noch vorhandenen Mauerreste zu Grunde legen.

Aus den Trümmern lässt sich ersehen, dass das Mittelgebäude einen quadratischen Grundriss hatte, unsere Messung ergab die Länge der Westseite zu 16,50 m, die der Nordseite zu 15,50 m. Nach den Nachrichten, die uns von der Uranienburg erhalten sind, war jede Seite des Vierecks 46 Par. Fuss lang = ca. 15 m. Der Unterschied zwischen dieser Angabe und unserer Messung liegt wahrscheinlich darin, dass wegen der aufgeschichteten Felsblöcke eine genauere Feststellung des Grundrisses nicht mehr möglich ist; auch mögen die tiefer gelegenen Teile der Grundmauern, die wir hier vor uns haben, eine etwas grössere Ausdehnung gehabt haben als das darüber stehende Gebäude, so dass auch aus diesem Grunde die Messung der Grundmauern ein grösseres Mass ergiebt.

In der Mitte, also im Schnittpunkte der Längs- und Querachse des Gebäudes ist auf Tycho's Plan vom Erdgeschosse ein Brunnen verzeichnet, von dem jedoch keine Reste mehr erhalten sind. Ueberhaupt finden sich inmitten des Vierecks keine Grundmauern mehr, geschweige denn Sandstein-Ornamente, Verblender, Säulen und andere Verzierungen, die einst in reichlichem Masse die prächtige Sternwarte schmückten, und von denen noch D'Arrest*) in den sechziger Jahren wohlerhaltene Stücke vorfand. Derselbe Astronom erwähnt auch bei der Schilderung seines Besuches der Uranienburg die ungemein häufigen Ueberschwemmungen, denen die Ausgrabungen ausgesetzt sind, und die ihn mehrmals vergeblich die Reise nach Hveen machen liessen. Bedingt sind diese Ueberschwemmungen durch die tiefe Lage der Ruinen der Uranienburg und Sternenburg, die wie erwähnt im Durchschnitt 2 m unter dem umliegenden Gelände liegen; sodann ist der nicht mit Steinen bedeckte Boden ungemein lehmhaltig, so dass eine Austrocknung dadurch sehr erschwert wird. So gab es trotz des heissen Sommers in diesem Jahre, der die Uranienburg überall zugänglich machte, noch Stellen in der Sternenburg, die sehr feucht waren und nicht betreten werden konnten.

Kehren wir zur Besichtigung der Uranienburg zurück. Ungefähr in der Mitte der Westseite des Vierecks ist, schon innerhalb der Böschung, ein kleiner

*) In den Astr. Nachr. No. 1718 v. J. 1868.

viereckiger Ausbau aus Backsteinen zu sehen. Vielleicht gehörte er zu dem Fundament des Westthores, doch ist diese Annahme nicht sicher. Interessanter sind die auf der Ostseite des Vierecks erhaltenen Kellerräume, auf die wir noch zurückkommen werden.

Wenden wir uns nun zu den Resten an den beiden Enden der ovalen Vertiefung, zunächst zu dem nördlichen. Hier haben wir den einzigen sicheren Anhaltspunkt bei der Identifizierung der Trümmer, nämlich den vorerwähnten Brunnen (s. Beilage) mit dem hölzernen Brunnenhäuschen, der noch heute das beste Trinkwasser auf der ganzen Insel liefert. Um ihn lag im Kellergeschoss die Küche, und durch verschiedene Röhren wurde von ihm aus das Wasser in die einzelnen Räume der Sternwarte geleitet. Unsere Messung ergab einen Durchmesser des gemauerten Brunnenrohres von 1,70 m. Der Brunnen wird, wie das Brunnenhäuschen zeigt, von den Bewohnern sorgfältig erhalten und viel benutzt. Von den beiden halbkreisförmigen Grundmauerringen ist hier bei dem nördlichen Ausbau nur der innere erhalten, dessen Radius von ca. 3 m mit dem auf Tycho's Grundriss verzeichneten gut übereinstimmt.

Anders ist es bei dem südlichen Ausbau. Hier ist nur der äussere Ring erhalten, dessen Lage sich wiederum auf dem Grundriss des Erdgeschosses gut erkennen und mit dem jetzt noch erhaltenen identifizieren lässt. Ausser zwei kreisrund gemauerten Löchern mit einem Durchmesser von 0,30 m ist an der Südseite nichts an Steinresten zu finden. Es ist zu vermuten, dass diese brunnenartigen Löcher mit dem chemischen Laboratorium, das sich im Kellergeschoss des Südturms befand, im Zusammenhang gestanden haben, doch lässt sich über eine genauere Bestimmung derselben nichts Sicheres sagen. Ueber dem Laboratorium lag im Erdgeschoss die Bibliothek, die eins der seltensten Kunstwerke enthielt, den berühmten Augsburger Globus, der erst 25 Jahre nach Beginn der Herstellung von Tycho als vollkommen fertig angesehen wurde. Neben diesem Globus wäre noch der grosse Mauerquadrant zu erwähnen, der bei den meisten Beobachtungen benutzt wurde. Er stand an der Südwestecke des oben beschriebenen Gebäudevierecks, jedoch sind von den Fundamenten dieses Instrumentes keine charakteristischen Ueberreste mehr zu finden.

Von den Trümmern verdienen jetzt noch die Keller eine nähere Untersuchung. Sie sind von allen Mauerresten, abgesehen vom Brunnen, am besten erhalten. Man hat hier noch das ursprüngliche, mit verhältnismässig schmalen Backsteinen gebaute Gewölbe vor sich. Es muss beim Bau sehr gutes Material verwendet worden sein, sonst hätten sich diese Ziegel bei der beständig feuchten Umgebung nicht so gut erhalten. Wir haben hier bei diesen Kellern hauptsächlich nur einen zu betrachten, der an der Südostecke des Gebäudevierecks liegt, in dem nachfolgenden Bilde der auf der rechten Seite. Der andere, der fast in der Mitte der Ostseite gelegen ist, besteht nur aus einem ca. 2 m tiefen Schacht, der an drei Seiten mit Ziegeln ausgemauert ist, während die vierte, die östliche, und der Boden aus Lehm bestehen. Um diese Ueberreste zu schützen, und ev. noch jetzt zu benutzen, hat man in neuerer Zeit den Schacht ganz und bei dem eigentlichen Keller den Zugang mit hölzernen Fallthüren überdeckt. Die Thür schliesst den Kellerraum vollständig gegen Regen und Sonnenlicht ab, so dass wir ihn mit aller Bequemlichkeit als Dunkelkammer zum Wechseln unserer photographischen Platten benutzen konnten. Die Grundfläche ist 6,20 qm gross. Kurz vor dem Eingang zu diesem Keller befindet sich eine mit Ziegeln ausgemauerte Vertiefung, die 0,80 m unter

der Fläche des Kellergeschosses liegt; diese Fläche, 1,14 m im Geviert, enthält an der einen Ecke ein kleines Wasserbassin. Ein ähnliches Becken liegt kurz vor der untersten Stufe im Boden des erwähnten Kellerraumes. Die Luft in diesem unterirdischen Gewölbe war sehr feucht und dumpfig; man kann sich vorstellen, dass der Aufenthalt hierin, als noch das Gebäude darüber stand, selbst in einem sehr trockenen Sommer kein angenehmer gewesen sein muss. Es fragt sich nun: wozu diente dieser tiefe Keller?

Die uns erhaltenen Beschreibungen der Uranienburg in Tycho's Astr. Inst. Mechan. und in den Epist. Astr. geben uns darüber keinen genauen Aufschluss. Nach den Angaben in den Epist. (Seite 261) betrug die Tiefe des Kellergeschosses 12 Fuss, dies sind etwa 3 m. — Wir gehen hierbei davon aus, dass die Seitenlänge des quadratischen Hauptgebäudes 15 m oder, wie Tycho a. a. O. angiebt, 60 Fuss betrug. — Die Tiefe würde auch mit unserer Messung ganz leidlich

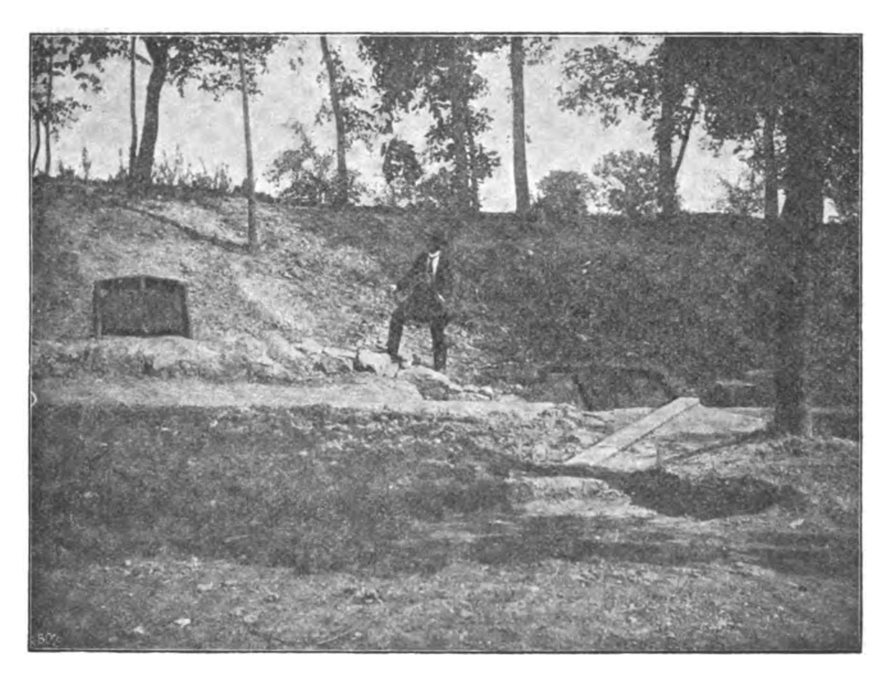


Fig. 2.
Zugänge zu den Kellern der Uranienburg.

stimmen; denn der aufgedeckte Grund und Boden liegt, wie wir sahen, etwa 2 m unter der Erdoberfläche. Die oben beschriebene Stelle der gemauerten Vertiefung neben dem Keller befindet sich noch 0,80 m darunter. Dazu kommt, dass das Kellergeschoss, wie aus dem uns überlieferten Aufriss (S. 258 in den Epist.) zu sehen ist, noch etwas über den Erdboden hinausragte, so dass sich gut 3 m als Tiefe des Kellergeschosses ergeben. Der vorerwähnte Keller liegt aber noch über 1 m tiefer. Ausserdem befindet er sich, was noch besonders bemerkenswert ist, nicht unter dem eigentlichen Kellergeschoss, sondern erstreckt sich noch über die Grenzen des Gebäudes unter dem Erdboden hinaus. Er kann also keinesfalls zu dem Kellergeschoss gerechnet werden. Tycho sagt nun bei Erwähnung der Kellerräume a. a. O. folgendes: *Domus etiam ipsa, quaquauersum patet, hypogaea habet aedificia, quorum profunditas est pedum duodecim. Imo et quaedam alia sunt infra haec.* (Das Haus selbst hat in seiner ganzen Ausdehnung unter-

irdische Räume mit einer Tiefe von 12 Fuss. Ja es sind sogar noch gewisse andere unter diesen.) Unseres Erachtens sind nun diese anderen unterirdischen Räume die jetzt noch erhaltenen tieferen Keller. Wenigstens ist aus den Worten Tycho's selbst nicht genau zu ersehen, was damit gemeint ist, und andererseits ist auch nicht ersichtlich, wie man die aufgefundenen Keller sonst mit Tycho's Beschreibung vereinigen will.

Verfolgen wir die Längsachse des Gebäudes in nördlicher Richtung, so treffen wir auf Steinreste, die erst in jüngerer Zeit freigelegt sind. Es ist dies das sogenannte Schlossgefängnis, das an der nördlichen Ecke der die Uranienburg umgebenden Wälle gelegen war. Von dem Thor, das sich dort befand, und von Zimmern für Bediente ist nichts erhalten, nur das erwähnte unterirdische Gefängnis. Der Zugang zu diesem ist etwas beschwerlich und liegt ca. 2 m unter dem Gelände. Es stellt ein Tonnengewölbe dar und hat einen Flächenraum von 11 qm. Alle anderen kleineren Gebäude, die an den Ecken der Wälle lagen, sind der Zerstörung anheim gefallen, und die Wälle selbst mit ihren halbkreisförmigen Ausbuchtungen nur noch zum Teil erhalten; wir fanden ihre Reste in demselben Umfange, wie sie D'Arrest angiebt.

Sind auch die Wälle und die hochragende Sternwarte verfallen, eins ist geblieben, was noch heute wie vor dreihundert Jahren das Auge entzückt, die schöne Aussicht auf das Meer. Auch Tycho erfreute sich an dem herrlichen Blick, den er aus dem „grünen Zimmer“, das auf der Westseite des Gebäudes lag, auf den besonders im Sommer durch Schiffe belebten Sund geniessen konnte. Und noch heute schweift das Auge bis hinüber nach Helsingborg und Helsingör mit seinem prächtigen Schloss Kronborg. Nach den andern Seiten hin ist die Aussicht leider durch Bäume verdeckt. Kurz nur war die Zeit, wo die Uranienburg den Mittelpunkt der astronomischen Welt bedeutete; doch nie hat es an Verehrern Tycho's gefehlt, die seine Sternwarten auf der kleinen Sundinsel aufsuchten. Ein Denkstein bei der Uranienburg giebt uns noch Kunde von dem Besuche Oskar I. von Schweden am 30. Juli 1846. (Schluss folgt.)



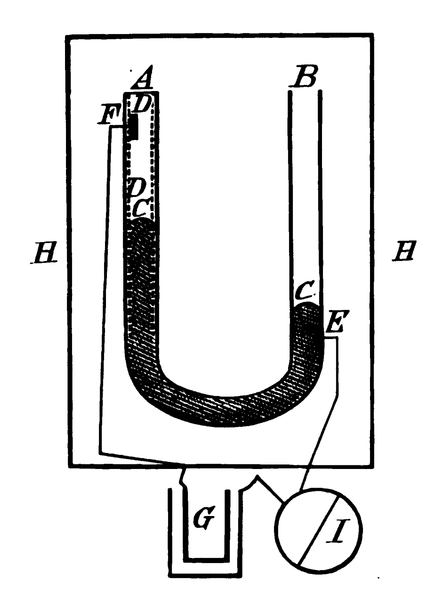
Eine Methode zur Bestimmung der Veränderung der Erdschwere.

Von Dr. H. Gerstmann.

Die Anziehungskraft der Erde wird gewöhnlich als eine immer und überall unveränderliche Grösse bezeichnet, und man spricht in diesem Sinne von der „Gravitationskonstante“, die nach vielfachen Feststellungen als $g = 9{,}805966$ Meter angegeben wird, d. h. ein frei beweglicher Körper fällt unter dem Einfluss der Schwere in einer Sekunde 9,805966 Meter. In Wahrheit ist aber diese Grösse weder an allen Orten noch zu allen Zeiten dieselbe. Zuvörderst wirkt, soweit es sich um die Erdanziehung auf irdische, in die Luft geworfene Körper handelt — und nur solche sollen hier in Betracht gezogen werden — der Erdanziehung die Centrifugalkraft entgegen, welche den in die Luft geworfenen Körpern das Bestreben erteilt, tangential zur Erddrehung in den Raum hinauszufliegen. Da die Centrifugalkraft von den beiden Erdpolen zum Aequator hin zunimmt, wird, selbst wenn die ursprüngliche Anziehungskraft überall gleich wäre, die von ihr abzuziehende Wirkung der Centrifugalkraft auf jedem Punkt eines Meridian-

quadranten verschieden gross sein, die resultierende wirkliche Erdanziehung also auf den verschiedenen Punkten eines Meridianquadranten verschiedene Grössen besitzen. Dazu kommt, dass der Erdradius nach den Polen zu an Grösse abnimmt, und infolge der so verschiedenen Erddicken, also auch verschiedenen anziehenden Erdmassen wird die Anziehungskraft ebenfalls variieren. Auch andere Ungleichheiten des Erdradius an verschiedenen Punkten der Erde verändern die Erdanziehung dergestalt, dass man die Grösse der letzteren geradezu benutzte, um die Grösse des Erdradius an verschiedenen Erdpunkten zu bestimmen.

Abgesehen hiervon übt auch die Erdmasse selbst an verschiedenen Punkten nicht die gleiche Anziehung aus. An einem Punkte sind grosse Mengen von Substanzen mit grösserer spezifischer Anziehung, z. B. schweres Metall, in der Erde vorhanden, an anderen Punkten leichteres Gestein, welches mit geringerer Anziehungskraft wirkt. Besonders kommen ausgedehnte Hohlräume in Betracht, welche die Anziehung verringern.



A geschlossenes } Ende des
B offenes } Barometerrohres
CC Quecksilberniveau.
DD Arsenspiegel.
E In das Quecksilber reichender, an der Glaswand angelöteter Draht.
F Am Arsenspiegel angelöteter Draht.
G Galvanische Batterie.
H Hermetischer Abschluss der ganzen Einrichtung.
I Galvanometer.

Alle bisher erwähnten Ursachen wirken dahin, dass die Schwerkraft an verschiedenen Punkten der Erde verschiedene Grössen zeigt, aber die infolge von ihnen an einem Punkte bestehende Schwere wird zu allen Zeiten dieselbe Grösse haben. Es giebt aber auch Ursachen, welche bewirken, dass die an einem Punkt der Erde vorhandene Schwere zu verschiedenen Zeiten verschiedene Grössen besitzt. Der Mond und möglicherweise auch andere Weltkörper vergrössern oder verringern die Grösse der Erdanziehung für jeden Punkt der Erdoberfläche, je nachdem diese Weltkörper eine solche Stellung einnehmen, dass ihre Anziehung in der gleichen Richtung wirkt, wie die Erdanziehung, oder in antagonistischer.

Ausserdem ist es sehr möglich, dass das feurig-flüssige Erdinnere bei der Erddrehung sich bald an einem Punkte der Erde in grösseren Mengen anhäuft, bald an einem anderen Punkte und dadurch die Grösse der Erdanziehung für die einzelnen Punkte der Erde verändert.

Die räumlich verschiedenen Beträge der Erdschwere werden durch genaue Beobachtung der Dauer von Pendelschwingungen ermittelt; bei zeitlich veränderlichen Erdschweren tritt dieser Methode die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit entgegen, dass die Schwere sich während der Pendelbeobachtungen selbst ändert; hier muss man also eine Methode anwenden, bei der die eintretende Schwereänderung auch momentan zur Kenntnis des Beobachters gelangt.

Boucquet de la Grye schlägt zu diesem Zweck ein ebenso einfaches, wie sinnreiches Verfahren vor. Er empfiehlt, ein Heberbarometer in einem luftdicht abgeschlossenen, also mit unveränderlichem Luftdruck ausgestatteten, aber der Beobachtung durch Glasscheiben zugänglichen Raum aufzustellen. Aendert sich

die Erdanziehung, so wird sich auch das Gewicht des Quecksilbers, d. h. die Grösse der Erdanziehung auf das Quecksilber, ändern, und der konstanten Spannung der Luft in dem abgeschlossenen Raum wird, je nachdem die Schwere grösser oder geringer wird, eine niedrigere oder höhere Qecksilbersäule das Gleichgewicht halten. Boucquet de la Grye will also aus den Veränderungen der Höhe der Quecksilbersäule die zeitlichen Veränderungen der Erdanziehung bestimmen. Es scheint jedoch, als wären diese Veränderungen zu gering, als dass sie auch mit guten Ableseinstrumenten noch festgestellt werden könnten. Der Verfasser dieser Zeilen schlägt deshalb eine andere Methode vor.

Er empfiehlt, die innere Wand des offenen Barometerschenkels mit einem dünnen Metallbelag, elektrolytisch oder durch ein chemisches Verfahren zu versehen. Solche Metallbeläge lassen sich in der Stärke von wenigen Tausendsteln eines Millimeters herstellen. Der Metallbelag reicht bis in das Quecksilber hinein, und an ihm ist am oberen Rande des Glasrohres das Ende eines in das Rohr eingeschmolzenen Drahts angelötet, der zu einem Pol einer galvanischen Batterie führt, deren anderer Pol durch einen Draht mit der Quecksilbersäule verbunden ist; dieser zweite Draht ist an der inneren Wand des Teils des Barometerrohrs, der mit Quecksilber gefüllt ist, angelötet oder angeschmolzen. Die Figur wird die ganze Einrichtung erläutern. Der elektrische Strom geht also durch den Draht zum Quecksilber, dann zum dünnen Metallbelag am quecksilberfreien Teil der Glasröhre und durch den anderen Draht zur Batterie zurück. Der elektrische Widerstand der breiten Quecksilbersäule ist von dem des dünnen Metallspiegels so verschieden, dass auch die feinsten Höhenverschiebungen des Quecksilbers sich bemerklich machen werden, ja es würde dazu nicht einmal der feinen elektrischen Messinstrumente bedürfen, über die wir heute verfügen.

Die Hauptschwierigkeit der Methode besteht darin, dass jede kleine Temperaturänderung sich als gewaltige Fehlerquelle bemerklich machen muss. Diese Schwierigkeit lässt sich dadurch beseitigen, dass man die ganze Einrichtung an einem stets gleich temperierten Ort anbringt und zur Sicherheit noch mit dauernd gleich temperiertem Wasser bespült.

Ob die der schnellen Höhenänderung der Quecksilbersäule schädliche Trägheit des Quecksilbers sich schon bei den minimen Höhenänderungen, um die es sich hierbei handelt, merklich macht, werden die Versuche ergeben; im Notfall wird man am Barometerrohr einen automatischen Klopfapparat anbringen müssen, der die Trägheit des Quecksilbers überwindet.

Der Metallspiegel an der Röhrenwand muss aus einem in Quecksilber nicht löslichen Metall bestehen; Arsen scheint das in dieser Beziehung geeignetste Metall zu sein.

Die mit dieser Methode zu bestimmende zeitliche Veränderlichkeit der Erdschwere erscheint geeignet, zur Aufklärung über die Bewegung des feurigflüssigen Erdinneren selbst und über die Frage beizutragen, ob vulkanische Erscheinungen von dieser Bewegung und von der bald an dieser, bald an jener Stelle der Erde entstehenden Anhäufung solcher beweglicher Massen abhängen. Es ist auch sehr wohl denkbar, dass ihre Reibung gegen die feste Erdrinde erdelektrische Erscheinungen hervorruft, so dass die genauere Kenntnis der zeitlichen Veränderung der Erdschwere auch zur Kenntnis dieser Erscheinungen beizutragen geeignet sein dürfte.

Die „singende“ Bogenlampe.

Die Wirkungsweise der sprechenden Bogenlampe darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden, ich will sie deshalb hier nur streifen. Legt man an die Pole einer brennenden Gleichstromlampe Wechselstrom, so beginnt die Lampe zu tönen, es ändert sich nämlich entsprechend den Stromschwankungen die Temperatur und Wärmemenge des Lichtbogens und somit auch das Volumen der Flammengase. Durch diese Volumänderungen werden Schallwellen erzeugt, deren Schwingungszahlen und Formen der Zahl und Form der Stromwechsel vollkommen entsprechen. Schickt man nun die Stromschwankungen eines Mikrophons, in welches hineingesprochen wird, durch den Flammenbogen, so beginnt dieser zu sprechen, ähnlich wie ein Telephon; bei diesem erzeugt eine schwingende Metallmembran den Ton, bei jenem eine schwingende Gasmasse. Bei diesem Vorgange wird der Wechselstrom von aussen zugeführt, jedoch kann man durch eine geeignete Schaltung, die wir Duddel verdanken, den Wechselstrom durch die Lampe selbst in Verbindung mit einem Kondensator erzeugen. Verbindet man nämlich die beiden Kohlen einer brennenden Gleichstromlampe mit den Belegungen eines Kondensators, so wird man, wenn man die Länge des Lichtbogens, die Stromstärke und die Capacität des Kondensators richtig gewählt hat, einen sehr lauten, hohen Ton hören. Durch die Ladung und Entladung des Kondensators, welche in sehr schneller Folge hintereinander geschehen, wird ein Wechselstrom von hoher Frequenz durch den Lichtbogen gesandt, der dann, wie oben erklärt, zu tönen anfängt. Was man aus dem Zustandekommen der Schwingungen annehmen kann, nämlich dass die Schwingungen sinoidal verlaufen, dass der Ton also frei von Obertönen ist, wird durch Versuche bestätigt. Durch Einschalten einer Selbstinduktion zwischen Lampe und Kondensator kann die Schwingungszahl des Tones beliebig herabgesetzt werden, wie aus der bekannten Formel für die Schwingungsdauer eines aus Capacität und Selbstinduktion zusammengesetzten Systemes hervorgeht:

$$\tau = 2\pi \, . \sqrt{C \, . \, L}$$

worin τ die Schwingungsdauer, C die Capacität und L die Selbstinduktion bezeichnet. Man hat also ein Mittel durch Aenderungen der Capacität, oder der Selbstinduktion die Tonhöhe beliebig variieren zu können. Im allgemeinen wird es vorteilhafter sein, die Selbstinduktion nach Belieben ändern zu können. Zu diesem Zwecke montiert man auf einem Grundbrette, falls man etwa die Töne einer Oktave zu erzeugen wünscht, 8 Spulen mit mehreren Lagen eines ziemlich dicken Drahtes (1 bis 2 mm Durchmesser genügen), die in allen Grössenverhältnissen übereinstimmen können. In dieselben schiebt man dann Eisenbündel von verschiedener Dicke, ein kleiner, in einer Nute der Holzumkleidung der Eisenbündel eingesteckter Keil gestattet das Eisen in jeder beliebigen Höhe in der Spule festzuhalten. Je tiefer nun das Eisenbündel in der Spule steckt, beziehungsweise je dicker es ist, desto grösser ist auch die Selbstinduktion und damit auch der Ton tiefer. Diese Vorrichtung gestattet es also, durch Heben oder Senken der Eisenkerne den Apparat auf die gewünschten Töne abzustimmen. Die einen Enden der Wicklung der Spulen verbindet man mit einer Kupferschiene, an welche man eine Klemme anschraubt, die anderen Enden führt man zu 8 Tasten, die über einer zweiten Kupferschiene schweben, an welcher die zweite Klemme angebracht wird. Drückt man nun eine der Tasten, so wird

dadurch die damit verbundene Spule zwischen die erste und zweite Kupferschiene eingeschaltet. Die erste Kupferschiene verbindet man nun mit der einen Belegung des Kondensators, der eine Capacität von 10 bis 20 Mikrofarad haben kann, die zweite mit der einen Kohle der Lampe, die andere Kohle wird mit der anderen Belegung des Kondensators verbunden. Verwendet man eine selbstregulierende Lampe, so ist es vorteilhaft, diese Verbindungen direkt an die Kohlen zu legen, nicht an die Pole, da die Elektromagnete, welche das Regulieren der Lampe bewirken, den Wechselstrom drosseln und somit den Effekt schwächen oder ganz in Frage stellen würden. Um nun zu verhüten, dass der entstehende Wechselstrom seinen Weg anstatt durch den Flammenbogen, durch die Speiseleitung der Lampe nimmt, so schaltet man in die Hin- und Rückleitung des Lampenstromes je eine Drosselspule. Man muss darauf sehen, das der Lichtbogen möglichst kurz wird, auch ist es vorteilhaft, zwei Homogenkohlen anzuwenden. Ein Strom von 4 bis 6 Ampère giebt die günstigsten Resultate. Will man bei dieser Versuchsanordnung die gesamte Tonlage eine Oktave tiefer machen, so muss man die Capacität des Kondensators vervierfachen. Die Anwendung dieses eben beschriebenen Apparates ist eine vielfache. Als physikalischer Demonstrationsapparat wird er immer Effekt machen, jedoch bedeutend wichtiger ist seine Verwendung als Erzeuger von sinoidalen Wechselströmen von hoher Frequenz. Man entfernt aus einer der 8 Spulen den Eisenkern und bringt an dessen Stelle eine kleine Drahtspule, in deren Mitte sich ein Eisendrahtbündel befindet, so dass diese als Sekundärspule eines Transformators wirkt. Mit dieser Vorrichtung kann man alle Versuche, zu denen Wechselstrom von hoher Frequenz erforderlich ist, ausführen. Hervorragendes leistet der Apparat zu Messzwecken, z. B. zur Bestimmung von Flüssigkeitswiderständen, Capacitäten und Selbstinduktionen vermittels der Wheatstone'schen Messbrücke und Telephon; bei dieser Verwendung übertrifft er wohl alle anderen Apparate, welche für diesen Zweck konstruiert worden sind. Vielleicht hat die „singende Lampe“ noch eine Zukunft als Geber für drahtlose Telegraphie, auch die Verwendung für optische Telegraphie ist günstig, wenn man die ausgesandten Strahlen in der Empfangsstation auf eine Selenzelle fallen lässt, welche mit einem Telephon in den Kreis einer Batterie eingeschaltet ist. Lässt man nun die Lampe tönen, so wird durch die Wechsel der Lichtintensität das Telephon auf der Empfangsstation ebenfalls zum Tönen gebracht, so dass man etwa nach dem Morse-Alphabet Nachrichten übermitteln kann. Für das Auge brennt die Lampe ruhig, ein Unbefugter kann die Signale nicht erkennen, wenn er nicht zufällig auch mit einem Empfangsapparat, wie ich ihn oben beschrieben habe, ausgerüstet ist.

B. Zabel.



Zur Ehrenrettung des Ptolemaeus.

Von Prof. Wilhelm Foerster (Berlin).

Die interessanten und wertvollen Mitteilungen des Herrn Prof. Friedrich Hultsch über die Messungen der Grösse und Entfernung der Sonne im Altertum (siehe No. 23 und 24 des „Weltall“) endigen mit sehr herabsetzenden Bemerkungen über den grossen Astronomen Ptolemaeus. Die historische Gerechtigkeit verlangt einen ungesäumten Einspruch gegen diese durchaus irrtümlichen Behauptungen. Offenbar entstammen dieselben noch immer aus der Auffassung,

welche das 18. Jahrhundert, in frischer kopernikanischer Begeisterung, von dem Ptolemaeus hatte, dessen Name, zusammen mit demjenigen des Aristoteles, in der Zeit des leidenschaftlichen Kampfes gegen die neue Weltlehre als ein Feldgeschrei unfreien Denkens, auf dem Gebiete der Welterkenntnis, im 16. und auch noch im 17. Jahrhundert gemissbraucht worden war. In dieser Hinsicht hat besonders der französische Astronom Delambre seinerzeit Schule gemacht, der am Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts wirkte und eine sonst höchst verdienstvolle Geschichte der Astronomie geschrieben hat, in welcher Ptolemaeus, trotz der notgedrungenen Anerkennung der Grösse seiner Entdeckungen, vielfach Gegenstand einer ganz schulmeisterlichen Kritik ist.

Die Wahrheit ist, dass nicht, wie Herr Prof. Hultsch meint, die Zeit Caesars, d. h. die Zeit der Wirksamkeit des Sosigenes und des ihm kurz vorangehenden Posidonius, den Höhepunkt der griechischen Astronomie bildet, sondern die Zeit der Antonine und insbesondere des Ptolemaeus.

Zweifellos sind Archimedes und Hipparch als physikalische und astronomische Forscher und als mathematische Denker schöpferischer und erfindungsreicher gewesen. Verglichen mit dem Genius dieser beiden hohen Männer hat Ptolemaeus in der That etwas epigonisches, aber bei näherem Zusehen und bei völlig gerechter und philosophischer Würdigung seiner Stellung in dem kosmologischen Erkenntnis-Prozess ist in seinen Arbeiten und Entdeckungen so viel eigenartige Grösse und Tiefe zu erkennen, dass seine Bezeichnung als „betriebsamer Vielschreiber“ als gänzlich unzutreffend erklärt werden muss.

Es sind insbesondere zwei astronomische Leistungen ersten Ranges, durch welche Ptolemaeus die mathematische Bewegungslehre der Weltkörper weit über das von seinen Vorgängern Erreichte hinausgehoben hat, nämlich:

erstens die Feststellung und die überaus sinnreiche mathematisch-rechnerische Darstellung des wichtigsten Gliedes derjenigen Störungswirkungen, durch welche die Bewegung des Mondes um die Erde in so erheblicher und verwickelter Weise von der Anziehung der Sonne beeinflusst wird;

zweitens die Entdeckung der sogenannten „Zweiteilung“ der Excentricitäten der Planeten-Bahnen, ein weit über Hipparch hinausgehender Fortschritt der planetarischen Bewegungslehre.

Die erstere Leistung und die darauf begründete Mond-Theorie des Ptolemaeus ist ein wahres Musterbeispiel des induktiven Erkenntnis-Prozesses

Die zweite ist ein entscheidender Schritt zur Lehre von der elliptischen Bewegung; denn die Zweiteilung der Excentricität enthält die erste Annäherung an das Flächengesetz und ist in der That klar nachweisbar die Grundlage von Keppler's Entdeckung des Flächengesetzes, sowie von seiner Ausmessung der Gestalt der Mars-Bahn geworden, während Kopernikus an der Evolution dieser folgenreichsten Entdeckung des Ptolemaeus ohne tiefere Beachtung derselben vorbeigegangen war.

Dass aber Ptolemaeus sich zu der Annahme von der Drehung der Erde und von ihrer Bewegung um die Sonne noch nicht aufzuschwingen vermochte, obwohl diese Lehre schon 4 bis 500 Jahre vor ihm in der griechischen Naturphilosophie Wurzel gefasst und bei dem Astronomen Aristarch von Samos auch bereits in zutreffenden astronomischen Vorstellungen Gestalt gewonnen hatte, das muss ihm bei näherem Einblick in den damaligen Zustand der Bewegungsehre sogar als ein Beweis höchster Wahrheitsliebe angerechnet werden; denn

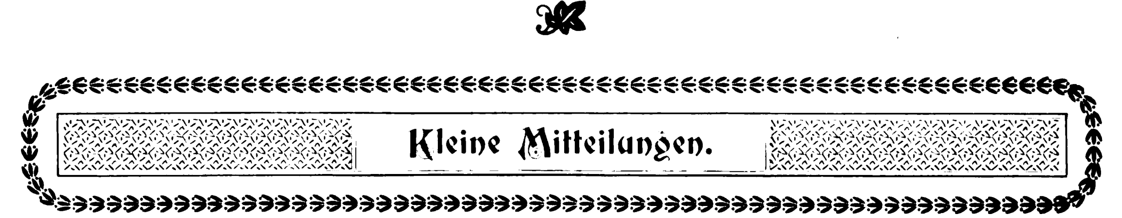
jene neue Lehre, die auch von Hipparch trotz der kühnen Gedanken des Aristarch von Samos noch vollständig abgelehnt wurde, war zu jener Zeit noch nicht fähig, alle Einzelheiten der beobachteten Bewegungen im Himmelsraume mit derjenigen Genauigkeit zu erklären, mit welcher dieselben beobachtet waren.

Insbesondere lässt ein tieferer Einblick in die Gesammtheit der von Ptolemaeus gesammelten Messungen und ihrer mathematischen Darstellungen den Nachweis erbringen, dass es gerade seine Gewissenhaftigkeit war, welche ihn abhalten musste, den naturphilosophischen Bewegungslehren schon damals seine Zustimmung zu gewähren. Er ist aber eben deshalb als einer der treuesten und wirksamsten Mitarbeiter an der gesunden Entwicklung der Welterkenntnis zu betrachten.

Was übrigens die Annahme des Herrn Prof. Hultsch betrifft, dass Hipparch richtiger als Ptolemaeus die Schwankungen der Winkelgrösse des Sonnen-Durchmessers beobachtet habe, so muss dem widersprochen werden. Diese Schwankungen sind für die mit den instrumentalen Einrichtungen des Hipparch und des Ptolemaeus ausgeführten Beobachtungen mit unbewaffnetem Auge überhaupt gänzlich unter der Schwelle der sicheren Wahrnehmbarkeit geblieben, und man kann eigentlich auch nichts anderes als dieses Eingeständnis aus den bezüglichen Angaben des Ptolemaeus herauslesen.

Indem ich mir vorbehalte, gelegentlich auf obige Fragen auch in dieser Zeitschrift zurückzukommen und auch noch auf einige andere Punkte der Mitteilungen des Herrn Prof. Hultsch einzugehen, möchte ich nur noch bemerken, dass Ptolemaeus in seiner Optik uns auch auf dem Gebiete des physikalischen Experiments als ein seiner grossen Vorgänger durchaus würdiger Forscher entgegentritt. Eine nähere Kenntnisnahme von allen seinen Arbeiten wird jedenfalls viel dazu beitragen, die eine Zeit lang viel verbreiteten ungenauen Ansichten über die Leistungen des klassischen Altertums auf dem Gebiete der Naturforschung gehörig zu berichtigen.





Kleine Mitteilungen.

Ueber den Ursprung der Null schreibt Jules Michel gelegentlich der Jahrhundertfeier des Meters folgendes:

Die Bequemlichkeit der Decimalrechnung ist einer der Hauptgründe für die Volkstümlichkeit des metrischen Systems. Aber, wird man fragen, wie kommt es, dass die Gelehrten des Altertums es nicht verstanden und nicht auch angewendet haben? Die Alten hatten wohl die Art der Zehner-Zählung wie wir, aber sie konnten die Decimalrechnung nicht anwenden, weil sie die Null nicht kannten. So erstaunlich dies uns erscheinen mag, die wir gewöhnt sind, die Null als wesentlichen Teil unserer Zahlenreihe zu sehen, so lässt sich nicht leugnen, dass die Null eine neuere Erfindung ist.

Es war der philosophische Geist der Hindu, vielleicht mit Unterstützung des Handelsgeistes der Chinesen, nötig, um ein Zeichen zu erfinden, dazu bestimmt, das Nichts, das was nicht existiert, darzustellen. Bei diesen beiden Völkern findet man gegen das VI. Jahrhundert nach Chr. die erste Erwähnung eines runden Zeichens, um die Ziffern in der Decimal-Reihenfolge, die ihnen eigen ist, zu ordnen; von hier ist die Null durch Vermittlung der Araber erst gegen das XI. oder XII. Jahrhundert zu uns gelangt.

Vor dieser Zeit war es also nicht möglich, ein Decimal-System zu ersinnen, und es ist nicht erstaunlich, dass es mehrerer Jahrhunderte bedurfte, um den Vorteil verstehen zu lernen, den man aus der Decimal-Teilung der jetzigen Masse ziehen konnte. Im Jahre 1670 hob ein berühmter

Astronom von Lyon, namens **Mouton**, den ganzen Vorteil dieser Teilungsart hervor, und alle Gelehrten, welche sich seither mit der Reform der Masse und Gewichte beschäftigten, haben niemals diesen Umstand, eine der wesentlichen Grundlagen der Reform, aus den Augen gelassen.

* *

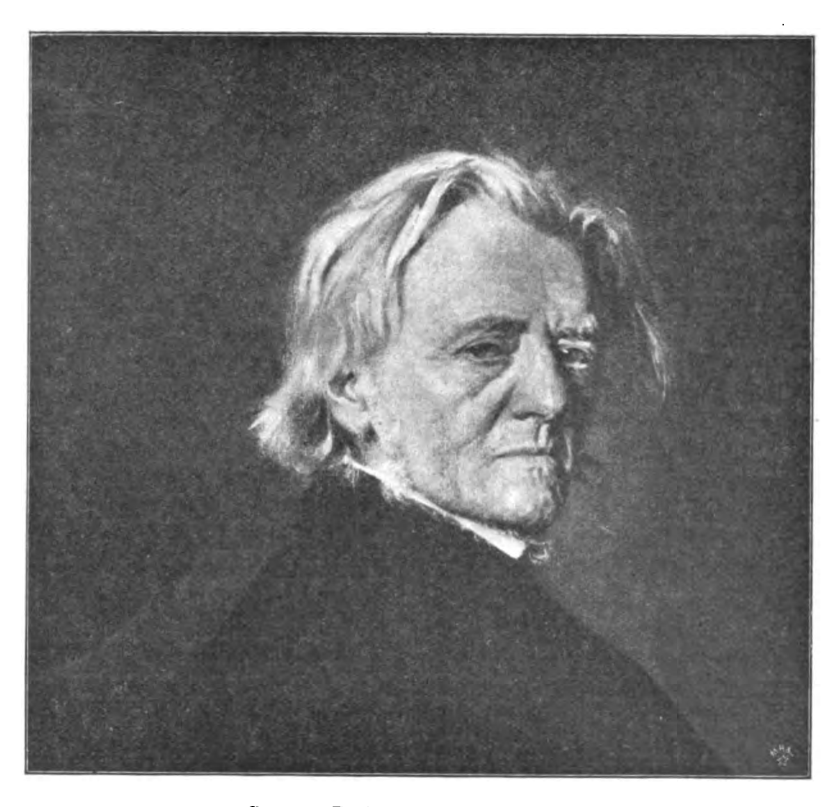
Die Temperatur der Acetylenflamme. Es ist bekanntlich ungemein schwer, genaue Bestimmungen höherer Temperaturen vorzunehmen. Die gewöhnlichen Thermometer versagen schon deshalb, weil sie meist den hohen Temperaturen selbst nicht widerstehen können und schmelzen oder verbrennen; aber auch die Temperaturbestimmung mit thermoelektrischen Elementen findet, abgesehen von der Schwierigkeit der elektrischen Messmethoden bei so hohen Temperaturen, eine grosse Fehlerquelle in der Wärmeleitung durch das thermoelektrische Element selbst, welche sich bei den in Frage kommenden Temperaturen sehr bemerkbar macht. Unter diesen Umständen kann es nicht Wunder nehmen, dass die bisherigen Bestimmungen der Temperatur der Acetylenflamme zu wesentlich verschiedenen Resultaten führten; Le Chatelier fand sie zwischen 2100 und 2400° liegend. Andere geben sie als zwischen 1400 und 1500 liegend an, wieder Andere halten sie für höher als die des schmelzenden Platins (auch hierfür schwanken die Angaben der einzelnen Beobachter zwischen 1460° und 2200°). In jüngster Zeit stellte E. L. Nichols sehr sorgfältige Untersuchungen über diese Frage an. Er benutzte vier feine thermoelektrische Elemente aus Platin und Platinrhodium, welche Drähte von 0,1996 mm, 0,1598 mm, 0,1089 mm und 0,0821 mm Durchmesser bildeten. Er bestimmte die Temperaturen in verschiedenen Entfernungen von der Flamme und an verschiedenen Punkten der Flamme selbst bis dahin, wo das Element schmolz. Aus der Kombination aller dieser Angaben der vier verschiedenen Thermoelemente, die er in Temperaturkurven aufzeichnete, konstruierte er denjenigen Kurvenpunkt, welcher den Angaben eines Thermometers vom Durchmesser 0 (welches also gar keine Wärmeleitung besitzt) entsprechen würde, und fand diesen als wahre Temperatur der Acetylenflamme zu 1900°. Freilich haben alle durch Extrapolationen (wie es doch bei dieser Methode geschieht) hergestellten Angaben etwas Bedenkliches, aber bei der im Uebrigen sehr passend ersonnenen und sorgfältig durchgeführten Versuchsmethode wird das Resultat immerhin als wohl zu berücksichtigendes bezeichnet werden müssen.

Bücherschau.

Geschichte der anorganischen Naturwissenschaften im Neunzehnten Jahrhundert von Dr. **Siegmund Günther,** ord. Professor an der Kgl. Technischen Hochschule zu München. Verlag Georg Bondi, Berlin 1901. Preis brosch. M. 10,—, geb. M. 12,50.

Bei der Verlagsbuchhandlung von Georg Bondi, Berlin, giebt Herr Paul Schlenther unter Mitwirkung von zahlreichen Gelehrten ein Sammelwerk heraus, betitelt „Das neunzehnte Jahrhundert in Deutschlands Entwicklung“, wovon die Günther'sche Geschichte der anorganischen Naturwissenschaften als Band 5 erschienen ist. Es gehörte der tiefe Wissensschatz und der geübte Sinn für die Geschichte der Naturwissenschaften des Verfassers dazu, um der schwierigen Aufgabe, die gesamten anorganischen Naturwissenschaften in einem Bande (24 Kapitel) zu behandeln, gerecht zu werden. Wir geben hier die Ueberschriften der Kapitel, um dem Leser einen Einblick in die Reichhaltigkeit des Werkes zu gewähren: 1. Der Standpunkt der Naturwissenschaften um die Wende des 18. Jahrhunderts. 2. Das Interregnum der Naturphilosophie. 3. Die Mathematik im 19. Jahrhundert. 4. Alexander von Humboldt. 5. Die Astronomie bis zum Jahre 1846. 6. Erdmessung und Erdphysik in der ersten Hälfte des Jahrhunderts. 7. Mineralogie und Krystallographie bis Bravais. 8. Die Physik im Zeitalter vor Entdeckung des Energieprinzipes. 9. Die Chemie vor der Trennung in ihre beiden Hauptbestandteile. 10. Die Geologie auf dem Wege von L. von Buch zu Ch. Lyell. 11. Der grosse Umschwung in der naturwissenschaftlichen Prinzipienlehre. 12. Der Werdegang der Spektralanalyse. 13. Die Astronomie in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts. 14. Die Astrophysik. 15. Die mechanischen Disziplinen in der neuesten Zeit. 16. Licht, Magnetismus und Elektrizität in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts. 17. Moderne Grenzgebiete der Physik. 18. Die Chemie in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts. 19. Die Emanzipation der physikalischen Chemie. 20. Mineralogie und Petrographie in neuerer und neuester Zeit. 21. Der Eintritt der wissenschaftlichen Erdkunde in die Naturwissenschaften. 22. Die Geologie der neuesten Zeit. 23. Erdmessung und Erdphysik in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts. 24. Rückblick und Ausblick.

16 vorzügliche Abbildungen von H. von Helmholtz, A. von Humboldt, F. W. Bessel, K. F. Gauss, M. Faraday, J. von Liebig, L. von Buch, Robert Mayer, Gustav Kirchhoff, W. von Bunsen, G. B. Neumayer, Röntgen, P. Groth, A. von Zittel, E. Suess, E. von Nordenskiöld gereichen dem Buche zur grossen Zierde. Mit Genehmigung der Verlagsbuchhandlung und des Malers John Philipp geben wir hier eins dieser Bildnisse wieder, welches den Förderer der deutschen Südpolarforschung Herrn Geh. Admiralitätsrat von Neumayer darstellt. In der Abteilung „Astrophysik" ist die Ge-



Georg Balthasar Neumayer

John Philipp pinx.

schichte der Entdeckung der Periodizität der Sonnenfleckenfrequenz in mustergültiger Weise dargestellt. Bei der meteorologischen Deutung der solaren Zustände ist keine wichtige neuere Anschauung vergessen. Wir finden die beachtenswerte Hypothese von August Schmidt und die geistvolle und sehr umsichtig begründete Theorie E. von Oppolzer.

Ohne sich in wertlose Einzelheiten zu verlieren, hat der Verfasser es verstanden, das gesteckte Ziel, das gesamte Gebiet der anorganischen Naturwissenschaften übersichtlich darzustellen, in geschickter Weise zu erreichen. Ein mehr als 36 Seiten umfassendes Sach- und Namensregister erleichtert die Benutzung des Werkes, welches von einer hohen Warte aus einen panoramenartigen Einblick in die verschiedenen Gebiete der anorganischen Wissenschaften gewährt. F. S. Archenhold.

* * *

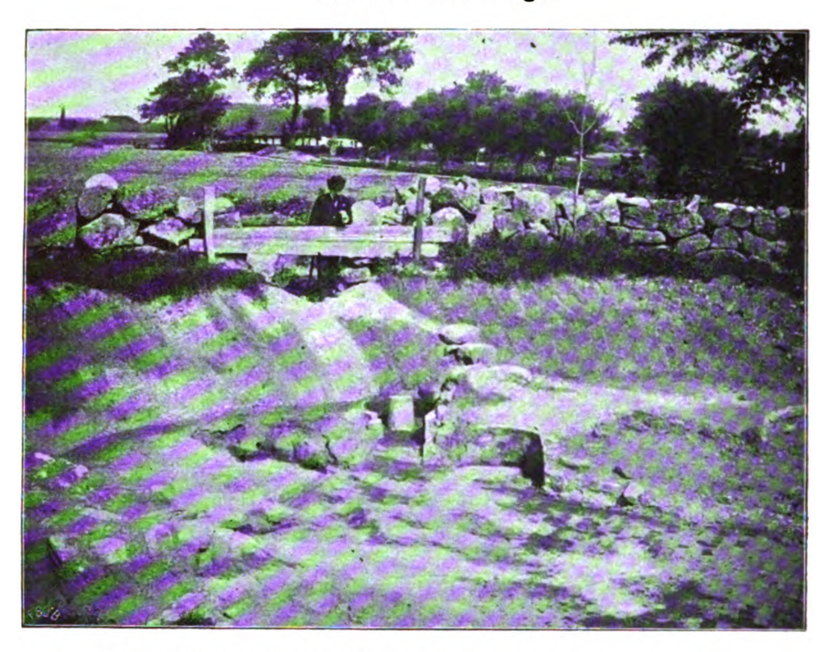
A Primer of Astronomy. Von **Sir Robert Ball,** Cambridge at the University Press. 1900. 183 Seiten.

Sir Robert Ball besitzt die eigenartige Gabe, auch die schwierigsten mathematischen Probleme in aller Kürze gemeinverständlich darzustellen. In 15 Kapiteln giebt der Verfasser einen kurzen Ueberblick über die Resultate der Astronomie, wobei ihm gute Abbildungen von Barnard, Schaeberle, Wilson u. a. zur Verfügung standen. Ein kurzes Inhaltsverzeichnis erleichtert die Benutzung dieser Einführung in die Astronomie, welche als erster Band eine Reihe von Einführungen eröffnet, die aus den verschiedenen Gebieten der Wissenschaft von der Cambridge University Press für die Stundenten und den interessierten Laien zu dem mässigen Preise von $1^1/_2$ sh. (gebunden) herausgegeben werden.

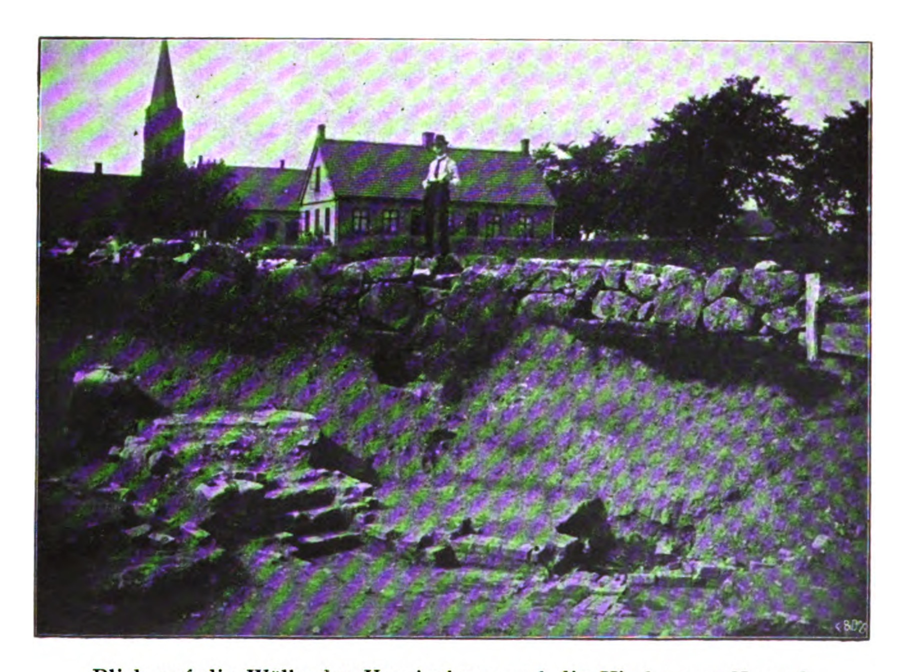
Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete
„DAS WELTALL“, Jahrgang 2. Heft 2.
(zu F. u. M. Albrecht: Die Reste der Sternwarten Tycho Brahe's, Seite 21 u. flgde.)

Die Sternenburg.



Steinpfeiler, auf dem der kleine Azimuthalquadrant stand.



Blick auf die Wälle der Uranienburg und die Kirche von Nygard.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 2. Heft. **F. S. Archenhold,** Direktor der Treptow-Sternwarte. **1901 Oktober 15.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Die Reste der Sternwarten Tycho Brahe's auf der Insel Hveen.

Von F. und M. Albrecht.

(Schluss)

Die Sternenburg.

Etwa 40 bis 50 m südöstlich von dem die Uranienburg einschliessenden Walle liegt an der Chaussee die Sternenburg, Tycho's Stellaeburgum (dän. Stjerneborg).

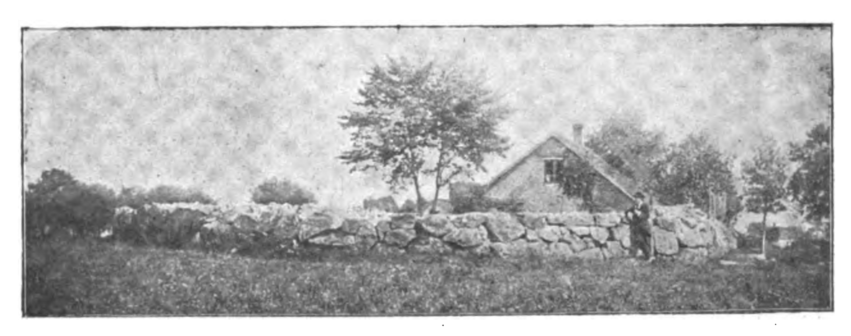


Fig. 3.

Die Sternenburg, Gesamtansicht.

Wie wir auf Fig. 3 sehen, ist der Platz der alten Sternenburg von einem sorgfältig aufgeschichteten, etwa $1\frac{1}{2}$ m hohen Steinwall umgeben. Er ist neueren Ursprungs und besteht aus Findlingsblöcken, deren es auf der Insel eine grosse Menge giebt. Fast jeder Eigentümer umgiebt dort seinen Grund und Boden mit einem derartigen Steinwall. Wir hatten solche schon auf unserm Hinweg manchmal mitten im Felde gesehen und vermuteten dort, als wir sie zuerst erblickten, die Reste der alten Sternwarte. Vergebens suchten wir auch hier in den Trümmern der Sternenburg nach behauenen Steinen, Ornamenten und drgl. Noch im Jahre 1824 fand der Pfarrer von Hveen, Ekdahl, der sich um die

Ausgrabung der beiden Sternwarten sehr verdient gemacht hat*), den Stein, der sich über dem Eingang zur Sternenburg befand und folgende Inschrift trug:

„nec fasces, nec opes, sola artis sceptra perennant.“
(Reichtum und Herrschergewalt vergehen, nur Wissenschaft bleibet.)

Wie wir auf der oberen Abbildung der Beilage sehen, ist der Steinwall auf der nördlichen Seite, nach der Chaussee zu, durchbrochen. Nur zwei dürftig angebrachte Bretter schliessen den Zugang zu den Trümmerresten ab.

Wie bei der Uranienburg liegt der Grund und Boden in einer fast kreisförmigen Vertiefung, etwa 2 m unter dem umliegenden Gelände. Die Mauerreste sind hier verhältnismässig zahlreicher als bei der Uranienburg. Ohne Mühe können wir aus ihnen mit Hilfe des uns erhaltenen Grundrisses und der äusseren Ansicht in Tycho's Werk (Astr. Inst. Mechan.) erkennen, wo die einzelnen Instrumente gestanden haben. Die Sternenburg bestand nicht aus einem einheitlichen Gebäude, vielmehr aus fünf unterirdischen Räumen, in denen die Instrumente zum Teil auf fest fundierten Steinpfeilern errichtet waren. Alle fünf Räume gruppierten sich um einen sechsten, der als Arbeitszimmer diente.

Die besten Anhaltspunkte für die Rekonstruktion der Trümmer bieten uns die schon erwähnten Instrumentenpfeiler. — Wir verweisen hier zur Orientierung auf die Kartenbeilage. — Wie wir aus der oberen Fig. der Bildbeilage ersehen, steht der eine, auf der Kartenbeilage mit b bezeichnete Pfeiler, direkt unter dem Durchbruch des Steinwalls und zwar auf der Grundfläche der Vertiefung. Der andere auf der Karte mit a bezeichnete Pfeiler liegt etwa $1\frac{1}{2}$ m tiefer. In dem Raume zwischen diesen beiden Pfeilern lag das mit B bezeichnete Arbeitszimmer (hypocaustum). Es war von quadratischer Form und bedeckte einen Flächenraum von 9 qm. Der Boden des Zimmers ist noch vollständig gepflastert erhalten. Auf der östlichen Seite (auf der oberen Fig. der Bildbeilage rechts vom Pfeiler) erblicken wir einen kleinen Ausbau; unzweifelhaft ist dies der Platz, wo das Bett Tycho's gestanden hat. Auf der Kartenbeilage ist diese Stelle mit *H* bezeichnet. Hier ist auch noch eine kleine, halbrunde Einbuchtung zu bemerken, welche wahrscheinlich die auf Tycho's Plan mit *P* bezeichnete Feuerstelle gewesen ist. Auch auf der Westseite des Arbeitszimmers sehen wir noch Mauerreste, aus denen die Umfassungsmauern des Schlafzimmers für einen Assistenten zu erkennen sind. Mit seinem obersten Teile ragte das Arbeitszimmer über den Erdboden hervor. Hier waren kleine Fenster angebracht, doch kann die Erleuchtung des Zimmers nur eine spärliche gewesen sein. Von alledem, sowie von dem mit einer beweglichen Merkurstatue verzierten Dach, ist natürlich nichts mehr erhalten.

Von dem Arbeitszimmer aus führten schmale Gänge, die sich noch in den Trümmern erkennen lassen, in die fünf umliegenden Beobachtungsräume (cryptae). Wenden wir uns nun zu den einzelnen Krypten und zwar zuerst zu der besterhaltensten an der Südwestseite. Auf der Kartenbeilage ist sie mit *F* bezeichnet.

Wir sehen sie auf Fig. 4 vor uns. Noch deutlich sind hier die vier kreisförmigen Stufen zu erkennen, die zum Boden der Krypte hinabführen. Sie haben eine durchschnittliche Höhe von 0,30 m. Unten auf dem Boden steht noch der Pfeiler, der die Form eines abgestumpften Kegels hat. Auf der Kartenbeilage ist er mit a gekennzeichnet. Er ist vollständig erhalten und muss ungemein

---

*) S. Dreyer: Tycho Brahe, dtsch. v. M. Bruhns, Karlsruhe 1894, S. 404 u. 405.

fest fundiert sein, sonst hätte er dem Eifer der Zerstörer nicht widerstanden. Neben ihm ist nur der erwähnte andere Pfeiler (ob. Fig. d. Bildbeil.) stehen geblieben; leider ist aber von ihm der obere Teil abgeschlagen. Von allen anderen Pfeilern für Sextanten und tragbare Armillen, deren es sechs gab, und die ausserhalb des Gebäudes im Freien aufgestellt waren, ist nichts mehr zu sehen. Interessant sind bei dem Pfeiler in der Krypte *F* noch vier Löcher, die sich oben befinden. In ihnen sass das messingene Aufsatzstück, welches das Instrument, den grossen Azimuthalquadranten, trug. Den Messingquadranten umschloss ein Stahlquadrat, dessen Seite gleich dem Halbmesser des Quadranten war (vergl. Dreyer a. a. O. S. 339). Von diesem Instrument sowie von allen anderen geben uns die Tafeln in Tycho's Astr. Inst. Mechan. ein anschauliches Bild.

Dicht neben dieser Krypte liegt, genau im Süden des Arbeitszimmers, der grösste Beobachtungsraum, der das grosse Aequatorealinstrument enthielt (Armillae aequatoriae maximae). Dieses Instrument war neben dem grossen

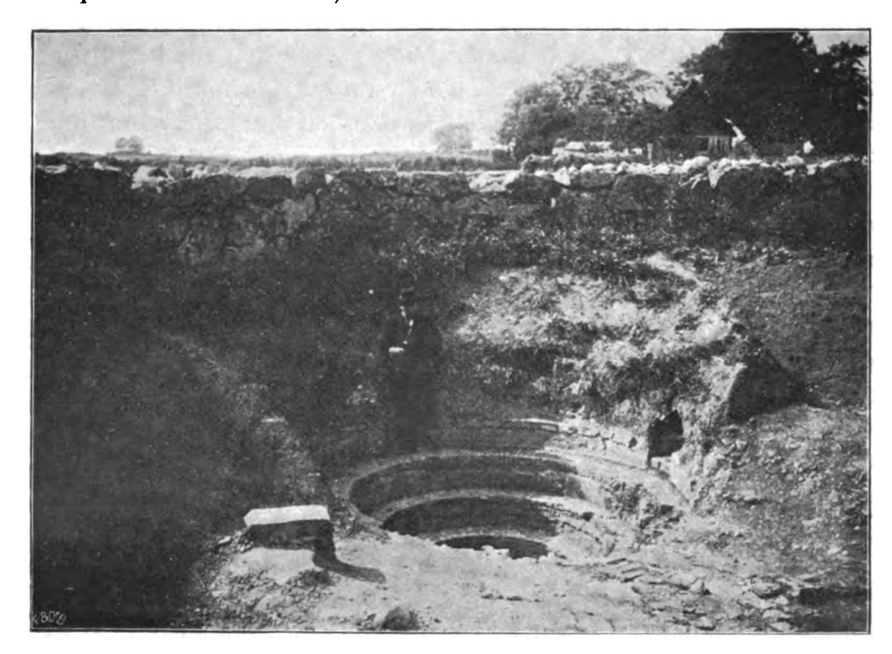


Fig. 4.
Die Sternenburg. Krypte, die den grossen Azimuthalquadranten enthielt.

Mauerquadranten in der Uranienburg das grösste und wichtigste Beobachtungsinstrument der Sternwarten. Es war mit einer Kuppel überdeckt, welche die anderen Krypten bei weitem überragte. Von der Grösse der Kuppel giebt uns die perspektivische Ansicht in Tycho's Mechanica ein gutes Bild, doch scheint hier die Grösse der Kuppel im Verhältnis zu den anderen Krypten übertrieben zu sein. Das Aequatorealinstrument ruhte auf acht steinernen Pfeilern, die auf der obersten kreisförmigen Steinstufe, deren es fünf gab, standen. Der Hauptteil des Instrumentes war der neunfüssige Deklinationskreis mit der Polarachse, die mit ihrem unteren, spitzen Ende auf einem Steine ruhte, wodurch eine Drehung des Instrumentes um diese Achse ermöglicht wurde. Leider sind von dieser Anlage weder die Stufen, noch die Tragepfeiler erhalten geblieben.

Die Krypte südöstlich vom Arbeitszimmer, der wir uns jetzt zuwenden wollen, war die einzige, die keine kreisförmigen Stufen besass. Auf der Kartenbeilage ist sie mit *G* bezeichnet. Das Instrument, das sich in der Krypte be-

fand, war ein Sextant mit einem Radius von fünf Fuss, der Sextans trigonicus. Der mit Messing beschlagene Bogen wurde durch Speichen gestützt, die auf einer mit Kupfer beschlagenen Kugel ruhten, so dass er in jede beliebige Lage gebracht werden konnte. Von den drei Sextanten, die Tycho anfertigte, ist dieser der grösste gewesen. Die Umfassungsmauern der Krypte sind noch deutlich erkennbar.

Diese drei beschriebenen Krypten liess Tycho zuerst erbauen. Er wählte eine so bedeutende Tiefe, um seine Instrumente besonders gegen Winddruck zu schützen. Doch scheint sich diese Anlage nicht bewährt zu haben, denn die beiden andern Krypten an der Nordseite liess Tycho höher anlegen.

Wir haben bei der Betrachtung dieser beiden höher gelegenen Krypten eine östliche und eine westliche zu unterscheiden. Die östliche haben wir schon oben kennen gelernt, denn in ihr steht der noch erhaltene Pfeiler, dessen oberer Teil abgeschlagen ist. (S. ob. Fig. d. Bildbeil.) Auf ihm stand der kleine Azimuthalquadrant, der einen Radius von fünf Fuss hatte. Von den vier stufenförmigen Mauerringen ist nur noch der unterste erhalten, dicht um den Pfeiler. Wären von den anderen Steinstufen noch einige vorhanden, so müssten sie schon innerhalb der Böschung liegen, da, wie oben bemerkt, der Instrumentenpfeiler sich dicht unter dem Durchbruch des Steinwalls direkt an der Böschung befindet.

Zwischen beiden Krypten, also im Norden des Gebäudes, lag die Thür, die von aussen auf einigen herabführenden Steinstufen den Zugang zu dem Arbeitszimmer vermittelte. Über dieser Thür befand sich der oben erwähnte Stein mit der Inschrift, den der Pfarrer Ekdahl aufgefunden hat. Ausser dieser Tafel waren in dem Zugange zum Arbeitszimmer noch zwei andere angebracht, deren Inschriften auf die Gründung und Erbauung der Sternenburg Bezug hatten; sie sind leider gänzlich verloren gegangen. Die Stelle, wo sich das Portal befand, lässt sich auf den Abbildungen der Beilage deutlich erkennen. Wir sehen auf beiden Bildern eine Vertiefung, die, wie unsere Messung ergab, in der Mitte beider Kryptencentren lag, also die Stelle des Eingangs darstellte. Zwischen der zuletzt beschriebenen Krypte und dem Eingang befand sich auch der Anfang zu dem unvollendet gebliebenen unterirdischen Gang nach der Uranienburg. Aus den Trümmern diese Stelle ausfindig zu machen, wäre verlorene Mühe, da nicht genau bekannt ist, wie der Anfang dieses Ganges beschaffen war.

Es ist jetzt nur noch die fünfte Krypte, die westliche, einer Betrachtung zu unterziehen. Wir sehen sie auf der unteren Fig. der Beil. auf der linken Seite des Bildes als einen mächtigen, kreisrunden Steintisch vor uns, zu dem drei Steinstufen hinaufführen. Auf dem Bilde ist sodann noch der Blick bemerkenswert, den man auf die Wälle der Uranienburg hat, die sich als kleine Erhöhungen auf der rechten Seite abheben, und auf die Kirche von Nygard, die neueren Ursprungs ist. Von den Häusern, die auf der Photographie zu erkennen sind, ist das rechts von der Kirche liegende das Schulhaus, das wir in der Beschreibung der Uranienburg kennen gelernt haben.

Die Lage der oben erwähnten Krypte, zu der die Steinstufen hinaufführen, ist in der Kartenbeilage mit E gekennzeichnet. Sie enthielt die Tierkreis-Armillen (Armillae zodiacales), die Tycho nicht sehr viel benutzte; er zog für seine Beobachtungen das grosse Aequatorealinstrument, das oben beschrieben ist, vor. Der erwähnte Steintisch bildete den Boden dieser Krypte, und ringsum führten noch zwei kreisförmige Steinstufen in die Höhe. Diese

können natürlich, da der Boden dieser Krypte schon höher als die Trümmerreste liegt, nicht mehr erhalten sein.

Ausser den beschriebenen feststehenden Instrumenten gab es auf der Sternenburg noch eine Anzahl anderer, die nicht in den Krypten Aufstellung finden konnten, und deshalb auf Steintischen ihren Platz fanden, die ausserhalb des Gebäudes standen; diese drei Tische sind auf der Kartenbeilage durch rote Rechtecke angedeutet und auch auf der perspektivischen Ansicht der Sternenburg in Tycho's Mechanica*) zu erkennen. Für einzelne Beobachtungen waren diese tragbaren Instrumente nicht zu entbehren, so für Sterne, die in der Nähe des Horizontes standen, und mit den Instrumenten in den tief gelegenen Krypten nicht gesehen werden konnten. Umgeben war die Sternenburg mit einem Bretterzaun, der ähnlich den Wällen bei der Uranienburg mit halbkreisförmigen Ausbuchtungen an allen vier Seiten versehen war. Von ihm fehlt jede Spur. Seine Lage giebt die auf der Kartenbeilage in Rot ausgezogene Linie wieder.

Lange haben die Reste der tychonischen Sternwarten unter Schutt und Trümmern verborgen gelegen. Schon bald nach Tycho's Weggange von der Insel im Jahre 1597 gerieten die Gebäude in Verfall. Niemand bekümmerte sich mehr um sie; Mittel, sie zu erhalten, waren nicht vorhanden. Die Steine der Uranienburg wurden zur Errichtung anderer Gebäude benutzt. So kam es denn, dass schon nach etwa einem halben Jahrhundert, als Huet die Insel besuchte, fast nichts mehr von den Sternwarten erhalten war. Ebenso sah der berühmte Astronom Picard im Jahre 1671 nur noch dürftige Reste der Uranienburg; an der Stelle, wo die Sternenburg gelegen hatte, befand sich nur eine kleine Vertiefung. Der Jesuit P. Hell, der mit P. Sainowics nach der Beobachtung des Venusdurchganges auf Wardoe im Jahre 1770 die Insel Hveen besuchte, erwähnt noch den im Jahre 1741 aufgefundenen Keller an der Nordecke der Umwallung der Uranienburg, das sogenannte Schlossgefängnis. In der Mitte der Uranienburg fand er ein grosses, mit Wasser gefülltes Loch. Erst im vorigen Jahrhundert wurden Ausgrabungen veranstaltet, und zwar besonders auf Betreiben des schon erwähnten Pfarrers Ekdahl in den Jahren 1823 und 1824. Sie förderten im Grossen und Ganzen die Reste zu Tage, die wir heute vor uns sehen. Wann die letzten Aufräumungsarbeiten stattgefunden haben, entzieht sich leider unserer Kenntnis. Nach dem Zustande, in dem wir die Uranienburg und Sternenburg gefunden haben, ist zu hoffen, dass sich die Befürchtung Dreyers (a. a. O. S. 405), es würden die spärlichen Ueberreste der Gebäude bald ganz von dem Erdboden verschwinden, nicht erfüllen wird. Es steht zu erwarten, dass die Feier, die in Anwesenheit des Königs von Schweden, Oscars II., am 22. September auf der Insel Hveen zur Erinnerung an den Todestag Tycho's stattfand, den Anstoss geben wird zu einer planmässigen Ausgrabung der alten tychonischen Sternwarten, den ehrwürdigen Denkmälern einer grossen Zeit in der Geschichte der Astronomie.

*) In der „Tycho Brahe-Ausstellung in dem Astronomischen Museum" der Treptow-Sternwarte, die vom 13. Oktober bis 10. November 1901 zusammen bleibt, finden sich unter anderen interessanten Tychonica 2 Exemplare dieses seltenen Werkes.

Magnetische Untersuchungen an neueren Eisensorten.

Von E. Gumlich und Erich Schmidt
(Mitteilung aus der Physikal. Techn. Reichsanstalt*).

1. Ausglühversuche.

Im Anschlusse an frühere Versuche wurde die Aenderung der magnetischen Eigenschaften verschiedener Eisensorten durch mehrfach wiederholtes Ausglühen in einem Ofen der Königl. Porzellanmanufaktur untersucht. Die erreichte Maximaltemperatur lag bei ca. 950° C., die Dauer der Erhitzung und der ziemlich langsam verlaufenden Abkühlung betrug stets etwa drei Tage. Die meist 6 bis 10 mm dicken und 33 cm langen, cylindrisch abgedrehten Stäbe waren durch zwei Porzellan- bezw. Chamotteröhren gegen den Einfluss der Heizgase und durch vorgelegte Eisenspähne gegen Oxydation möglichst geschützt. Die magnetische Untersuchung erfolgte nach der Jochmethode, und zwar nahm man ausser der Nullcurve auch meist eine Hysteresiscurve auf, aus deren Flächeninhalt sich bekanntlich der Energieverlust durch Hysteresis berechnen lässt; die Coercitivkraft wurde in jedem Falle nach einem später zu beschreibenden Verfahren mittels des Magnetometers noch gesondert bestimmt. Die erhaltenen Resultate lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen:

Die von vorne herein ausgezeichneten magnetischen Eigenschaften eines sehr reinen und weichen Walzeisens konnten durch Ausglühen nicht mehr merklich verbessert werden, dagegen erfuhren verschiedene Proben von gewöhnlichem Gusseisen ungemein beträchtliche Veränderungen: Die Coercitivkraft sank auf fast den dritten Teil, der Hysteresisverlust auf weniger als die Hälfte, die Maximalpermeabilität stieg bis auf den vierfachen Betrag, und zwar wurde hier der Grenzzustand bereits durch einmaliges Ausglühen erreicht, während eine Wiederholung des Verfahrens eher wieder eine Verschlechterung hervorbrachte. Auch beim weichen, gegossenen Material, dem sogenannten Stahlguss, bewirkte — mit einer einzigen Ausnahme — das Ausglühen durchweg eine beträchtliche Verbesserung, aber der Grenzzustand trat hier meist erst nach mehrmaliger Wiederholung des Verfahrens ein, so dass sich beispielsweise in einem Falle der Hysteresisverlust auch durch das fünfte Ausglühen noch um ca. 8% verringerte.

Dass die Erreichung des Grenzzustands auch in hohem Masse von den Dimensionen des untersuchten Körpers abhängen muss, ist wohl von vorne herein klar. So ergab ein specieller Versuch, dass die Coercitivkraft eines 3 cm dicken Stabes nach dreimaligem Ausglühen von 2,3 auf den geringen Betrag von 0,97 gesunken war, während der Kern des Stabes nach Abdrehen auf 7 mm Durchmesser noch eine Coercitivkraft von 1,43 besass.

Beim Dynamoblech, das bekanntlich schon im Walzwerk einem fabrikationsmässigen Ausglühprozess unterworfen zu werden pflegt, bewirkte das erste Ausglühen in der Porzellanmanufaktur eine beträchtliche Verbesserung nach jeder Richtung, während bei der Wiederholung stets eine merkliche Verschlechterung eintrat, die nicht etwa auf die Einwirkung der äusseren sog. „Zunderschicht“, sondern auf molekulare Aenderungen zurückgeführt werden muss.

*) Auszug aus einem Aufsatze der Elektrotechn. Zeitschrift 22, 691—698; 1901, mitgeteilt vom Verfasser.

2. Elektrisches Leitvermögen.

Von bedeutender, aber bisher noch nicht genügend gewürdigter praktischer Wichtigkeit ist die Beziehung zwischen dem elektrischen Leitvermögen und den magnetischen Eigenschaften der verschiedenen Eisensorten, da in den Ankern von Dynamomaschinen neben dem Hysteresisverlust auch noch ein Energieverlust durch Foucaultströme auftritt, deren Stärke der Leitfähigkeit des Materials direkt proportional ist. Es wurde daher neben den magnetischen Eigenschaften auch das elektrische Leitvermögen für ca. 50 verschiedene Materialien bestimmt. Ordnet man die letzteren nach der Grösse des Hysteresisverlustes, so scheint auf den ersten Blick kaum ein Zusammenhang zwischen diesem und dem Leitvermögen zu bestehen; bildet man dagegen die Mittel aus je etwa 10 aufeinanderfolgenden Werten, so ergiebt sich das in der folgenden Tabelle zusammengefasste Resultat:

Reihe	Hysteresisverlust in Erg.	Widerstand pro m/mm²	Remanenz	Coercitivkraft	Maximalpermeabilität
1	10 060	0.147	8 360	1.1_0	4 120
2	12 850	0.158	8 900	1.5_3	3 030
3	17 190	0.164	9 360	2.0_9	2 190
4	24 380	0.190	10 740	3.4_3	1 560

Hieraus folgt also, dass im Durchschnitt einem grösseren Hysteresisverlust auch ein höherer elektrischer Widerstand, eine höhere Remanenz, eine grössere Coercitivkraft und eine geringere Maximalpermeabilität entspricht. Im Einzelnen treten dagegen grosse individuelle Verschiedenheiten auf; beispielsweise betrug bei einem in magnetischer Beziehung vortrefflichen Material der elektrische Widerstand 0,426 Ohm. pro m/mm², d. h. nahezu das Dreifache des durchschnittlichen Widerstands sämtlicher untersuchter Materialien, und übertraf sogar noch denjenigen des gehärteten Stahls. Es ergiebt sich daraus die wichtige Thatsache, dass es möglich ist, ein magnetisches Material herzustellen, welches gleichzeitig einen geringen Verlust durch Hysteresis und durch Foucaultströme gewährleistet.

Bestimmung der Coercitivkraft.

Bekanntlich erhält man im Allgemeinen bei der Untersuchung im Joch für die einer bestimmten Feldstärke entsprechenden Inductionen etwas zu kleine Werte; es müssen daher an die beobachteten Feldstärken — beispielsweise also auch an den Wert der Coercitivkraft — Korrektionen durch Scheerung angebracht werden, deren Grösse dadurch ermittelt werden kann, dass man einen im Joch untersuchten Stab zum Ellipsoid abdreht und dasselbe mit Hülfe des Magnetometers untersucht; die Differenzen zwischen der Ellipsoid- und der Jochkurve geben dann die gewünschten Scheerungswerte. Nun hängen die letzteren aber nicht nur vom Material des Jochs und der Klemmbacken, sondern in hohem Masse auch von der Natur des zu untersuchenden Stabes, mit anderen Worten also, von der erst zu bestimmenden Gestalt der Magnetisierungskurve ab. Daher leidet diese weitverbreitete Methode, auch wenn man für eine Anzahl von Stäben verschiedener Art die Scheerungslinien bestimmt hat und für den zu untersuchenden Stab die geeignetste auswählt, doch stets an einer gewissen Willkür und Unsicherheit. Dieselbe wird jedoch, wenigstens für die Hysteresisschleife, dadurch wesentlich verringert, dass man mittels des Magnetometers,

auch für cylindrische Stäbe, wie sie bei der Jochuntersuchung gebraucht werden, in einfachster Weise den wahren Wert der Coercitivkraft ermitteln kann, also derjenigen Feldstärke, welche notwendig ist, um den remanenten Magnetismus vollständig zu beseitigen.

Zu diesem Zwecke wird der Stab in geeignetem Abstande östlich oder westlich vom Magnetometer (I. Gauss'sche Hauptlage) in eine Magnetisierungsspule gebracht, deren Wirkung auf das Magnetometer durch eine auf der entgegengesetzten Seite stehende Spule kompensiert ist; die Ablesung des Ausschlags erfolgt durch Fernrohr mit Skala. Nachdem der Stab bis nahe zur Sättigung — also bei weichem Material bis etwa $\mathfrak{H} = 150$ — magnetisiert ist, lässt man den Magnetisierungsstrom langsam gegen Null abnehmen, kehrt die Stromrichtung um und lässt den Strom wieder soweit anwachsen, bis der vom remanenten Magnetismus des Materials noch vorhandene Ausschlag des Magnetometers vollständig verschwunden ist. Die aus dieser Stromstärke und der bekannten Spulenkonstante sich ergebende Wert der Feldstärke $\mathfrak{H}'$ ist dann direkt gleich der wahren Coercitivkraft. Es gilt nämlich bekanntlich für die thatsächlich vorhandene Feldstärke $\mathfrak{H}$ allgemein die Beziehung: $\mathfrak{H} = \mathfrak{H}' - N.J$, worin $\mathfrak{H}'$ die Stärke des ungestörten, aus der Zahl der Ampèrewindungen der Magnetisierungsspule zu berechnenden Feldes bedeutet, J die vorhandene Intensität der Magnetisierung und N den sogenannten Entmagnetisierungsfaktor, der von den Dimensionen des Stabes abhängt. Da nun im vorliegenden Falle $J = 0$ ist, so fällt das ganze zweite Glied rechter Hand fort und es bleibt somit $\mathfrak{H} = \mathfrak{H}'$. Vergleicht man nun mit dem so gewonnenen absoluten Wert für die Coercitivkraft den aus der Jochbeobachtung ermittelten, so erhält man für das zu untersuchende Material einen genauen Scheerungswert, auf welchen dann die für Material ähnlicher Art bereits festgelegte Scheerungskurve bezogen werden kann.

Bei diesem Verfahren bleibt also die Entfernung des Stabes und des Fernrohrs vom Magnetometer ebenso wie die Horizontalintensität des Erdmagnetismus vollkommen ausser Betracht, und auch der vom remanenten Magnetismus hervorgebrachte Magnetometerausschlag kann durch hinreichende Annäherung des Stabes stets so gross gemacht werden, dass äussere Störungen durch Erschütterungen und vagabundierende Ströme die Genauigkeit der Messung nicht mehr wesentlich beeinträchtigen. Daher dürfte sich diese einfache und verhältnismässig recht genaue Methode auch für technische Betriebe eignen, um so mehr, als spezielle Versuche gezeigt haben, dass auch das Dimensionsverhältnis der Stäbe dabei keine merkliche Rolle spielt und das Verfahren sogar bei ganz roh zugeschnittenen prismatischen Stäben noch ziemlich genaue Werte liefert.

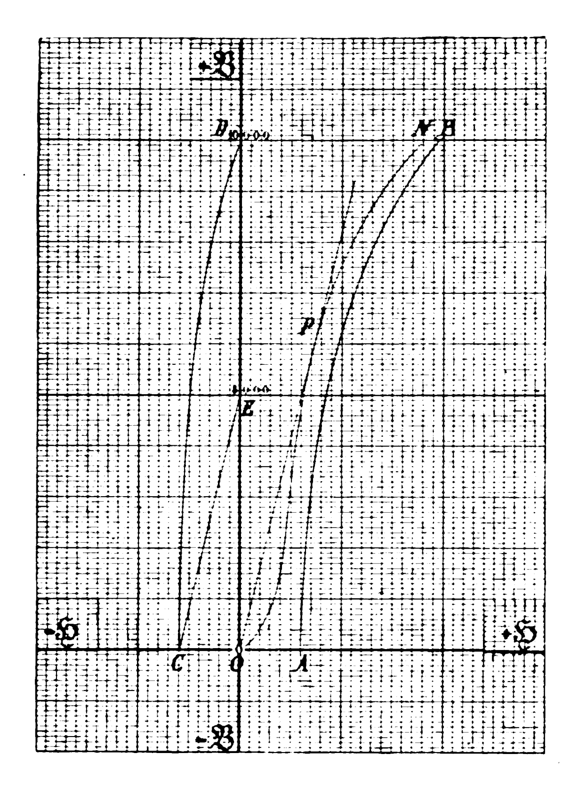
Maximalpermeabilität.

Bekanntlich war es bis jetzt noch nicht gelungen, gesetzmässige Beziehungen zwischen den verschiedenen magnetischen Konstanten eines Materials — der Coercitivkraft, Remanenz, Maximalpermeabilität und Energievergeudung — zu finden. Aus den in der Originalabhandlung zusammengestellten Messungsergebnissen von 10 verschiedenen Ellipsoiden konnte nun empirisch folgende einfache Beziehung zwischen der für die Beurteilung der Güte eines Materials wichtigen Maximalpermeabilität μ_{Max}, der Coercitivkraft C und der Remanenz R hergeleitet werden:

$$\mu_{Max} = a \cdot \frac{R}{C}$$

Hierin bedeutet a genau genommen eine lineare Funktion der Coercitivkraft, nämlich a = 0,476 + 0,00568 . C; bei weichem Material und sogar noch bei Gusseisen wird man jedoch mit hinreichender Annäherung für a den konstanten Wert 0,488 oder rund 0,5 setzen dürfen. Die Differenzen zwischen den so berechneten und den beobachteten Werten, welche im Maximum 5 % erreichen, sind kleiner, als man auf Grund der vorhandenen Fehlerquellen erwarten sollte.

Die angegebene Formel gestattet also in allen den Fällen, wo es sich nur um die Beurteilung der Güte eines Materials und nicht auch um die Kenntnis vom gesammten Verlauf der Permeabilitätskurve handelt, von der Aufnahme einer Nullkurve vollständig abzusehen. Ausserdem kann man mit Hülfe einer einfachen geometrischen Konstruktion den Punkt der Nullkurve finden, für welchen der Wert der Permeabilität μ ein Maximum ist. Halbiert man nämlich



in der gewöhnlichen Darstellungsweise der Hysteresisschleife (vgl. Fig.), bei welcher die Werte von ℌ als Abscissen, diejenigen von 𝔅 als Ordinaten aufgetragen werden, den der Remanenz entsprechenden Ordinatenabschnitt *OD* und verbindet den so gefundenen Punkt *E* mit dem Schnittpunkt *C* zwischen absteigendem Ast und Abscissenaxe, so giebt die Tangente des Winkels *ECO* zwischen dieser Verbindungslinie und der Abscissenaxe den Wert der Maximalpermeabilität. Eine zu der Verbindungslinie *CE* durch den Punkt *O* (ℌ = 0) gelegte Parallele *OP* berührt also die Nullkurve *ON* in dem Punkte *P*, welcher dem Wert μ_{Max} entspricht.

Für die zu diesem Maximalwert von μ gehörige Feldstärke ℌ ergab sich nun ebenfalls aus den Ellipsoidbeobachtungen eine einfache, empirische Beziehung zur Coercitivkraft, nämlich ℌ = 1,3 . C. Zur Ermittelung der Maximalpermeabilität einer Substanz genügt es somit auch, denjenigen Wert der Induktion 𝔅 der Nullkurve zu bestimmen, welcher einer Feldstärke ℌ = 1,3 . C entspricht, was

bei einigen Apparaten, wie der du Bois'schen Waage und dem Köpsel'schen Magnetisierungsapparat ohne Weiteres möglich ist; man erhält dann in dem Quotienten $\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{H}}$ das gesuchte μ_{Max}.

In Betreff des in vier umfangreichen Tabellen niedergelegten Zahlenmaterials, welches hier natürlich nicht wiedergegeben werden kann, muss auf die Originalabhandlung verwiesen werden. E. Gumlich.





Zur projektierten Gradmessung in Afrika. In diesem Blatte wurde den Lesern bereits vor längerer Zeit Nachricht gegeben von einem grossartigen Projekte Englands, dass dieser Staat die Messung eines Meridianbogens von der Kapkolonie bis nach Aegypten plant. Dem letzterschienenen Jahresberichte der Sternwarte in Kapstadt entnehmen wir einige weitere Nachrichten über dieses Projekt. Der Schöpfer der Idee ist David Gill, der Direktor der Kapstädter Sternwarte. Schon 1879, beim Beginn der geodätischen Vermessungen im englischen Südafrika, wies Gill in einem Berichte an den damaligen Gouverneur Sir Bartle Frere darauf hin, welche Wichtigkeit für die Praxis und für die Wissenschaft die Ausführung einer Kette von geodätischen Dreiecken haben könnte, die sich längs des 30. Grades ö. Lg. v. Gr. von Süden nach Norden erstrecken und Natal mit Alexandrien astronomisch verbinden würden. Da Aegypten sich geodätisch kurz über lang an die internationale europäische Gradmessung anschliessen müsse und die Vermessungen dort längs des Nils südwärts geführt werden würden, andererseits keine besonderen Schwierigkeiten bestünden, von den südlichsten ägyptischen Dreieckspunkten einen Anschluss zum Albert- und Victoria-Nyanza zu erreichen, so bleibe nur die Aufgabe übrig, die Messung des Bogens von Natal durch Transvaal über den Limpopofluss hinweg bis zum Tanganyikasee zu bewerkstelligen. Nachdem die geodätischen Vermessungen in Natal und der Kapkolonie im Jahre 1892 unter Ueberwachung seitens der Kapstadtsternwarte zu Ende geführt worden waren, erinnerte Gill 1896 in einem Berichte an das Gouvernement abermals an die Wichtigkeit einer geodätischen Triangulierung längs des 30. Meridians und hatte die Befriedigung, dass von der Kolonialregierung die Mittel zur Bestimmung der Bogenlänge dieses Meridians vom Limpopo bis zum Südende des Tanganyikasees bewilligt wurden. Zur Ausführung des grossen Unternehmens ist nun von englischer Seite bereits ein tüchtiges Stück, und zwar nördlich von Transvaal, in British Rhodesia, vorgearbeitet worden. Die Herren Simms, Heatlie und Antrobus haben in der Nähe von Salisbury, bei Gwibe, eine Basislinie von $13^1/_2$ miles gemessen und eine Reihe daran sich schliessender geodätischer Dreiecke bestimmt, so dass sich die Vermessungen bereits dem Zambesi nähern; um letzteren zu erreichen, blieb noch die Winkelmessung zwischen etwa 15 Stationen übrig, eine Arbeit, die man bis Ende Juli d. J. beendigt zu haben hoffte. Der südliche Anschluss, vom Limpopo bis in die Kolonie Natal, ist durch die Unterstützung, welche der Gouverneur Sir Milner dem Projekte hat zu Teil werden lassen, gesichert (die Arbeiten daselbst werden begonnen, sobald die politischen Verhältnisse in Transvaal die ruhige Ausführung gestatten), und da man das noch übrige nördliche Bogenstück, bis zum Südende des Tanganyikasees, in etwa 3 Jahren gemessen haben wird, so dürfte in absehbarer Zeit schon der zwischen dem achten und dreissigsten südlichen Breitegrade liegende Teil des Meridians durch eine Kette von Dreiecksnetzen festgelegt und ein bedeutender Abschnitt des grossen Werkes, wenigstens soweit es die Beobachtungen anbelangt, fertiggestellt sein. Die Vollendung des Ganzen, welche noch von der Ausführung der Dreiecksnetze zwischen dem Tanganyikasee und dem Nil abhängt, fällt mehr der internationalen Zusammenwirkung mehrerer Staaten anheim. Ausser England kommen namentlich Deutschland und der Kongostaat in Betracht, denn diese sind am meisten bei der geodätischen Festlegung der Dreieckspunkte interessiert, da sie auf diese Punkte die Spezialtriangulierung ihrer afrikanischen Kolonialgebiete stützen können. In Aegypten würden wahrscheinlich die Engländer selbst die Messungen ausführen. Aber abgesehen von dem unmittelbaren praktischen Interesse einzelner Staaten an der Sache, verdient die Messung des 30. Meridians auch die Be-

teiligung aller civilisierten Länder der Erde, denn diese Messung wird einen der wichtigsten Beiträge für die nähere Kenntnis der eigentlichen Gestalt des Erdgeoids bringen, und sie ist darum von allgemeiner Wichtigkeit. Gill hat deshalb den Vorschlag, die restierenden Messungen in Central- und Nordafrika durch eine internationale Verbindung der Staaten zu sichern, der im September 1900 in Paris zusammengetretenen internationalen Geodätenkonferenz unterbreitet und die volle Zustimmung dieser Gelehrtenvereinigung erhalten. Ferner hat Gill denselben Vorschlag auch im Sommer 1901 der Vereinigung der verschiedenen Akademien der Wissenschaften vorgelegt, welche in Paris behufs Beratung mehrerer durch gemeinsame Arbeit zu lösender Fragen mit einander in Verbindung getreten waren; auch diese Korporation hat ihren lebhaften Beifall für das Gill'sche Projekt ausgesprochen. Man darf also die gegründete Hoffnung hegen, dass die vollständige Messung des grossen afrikanischen Gradbogens zur Ausführung kommen wird. n.

* * *

Bigelow's magnetische Theorie der Sonnenkorona. Zu den zahlreichen Theorien über die Natur der Sonne gesellt in jüngster Zeit der Amerikaner Frank H. Bigelow eine solche, wonach der Kern oder Körper der Sonne als grosser Magnet anzusehen sei, während sie zugleich nach aussen elektrisch geladene Partikelchen (Jonen oder nach neuester Nomenclatur Elektronen) entsendet. Durch das Zusammenwirken dieser beiden Energiequellen kommen, je nachdem die eine oder die andere überwiegt, die zu verschiedenen Zeiten verschieden gearteten Koronastrukturen zu Stande; dies Zusammenwirken ruft auch die 11jährige Sonnenperiode hervor, deren Minimum durch ein Ueberwiegen des magnetischen Moments, deren Maximum durch das des elektrischen Moments charakterisiert wird; in unseren Polargegenden macht sich die krummlinige Wirkung der sonnenmagnetischen Energie bei den Nordlichten bemerkbar. (Es ist übrigens bezüglich dieses letzteren Punktes zu beachten, dass bei Ablenkungen von Kathodenstrahlen, also Erscheinungen unzweifelhaft elektrischen Charakters, ebenfalls krummlinige Konfigurationen auftreten.)

* * *

Der Erfinder der Spirale. Der berühmte Astronom und Mathematiker Christian Huyghens brachte zuerst im Jahre 1657 die Bewegung des Pendels bei den Uhren und im Jahre 1665 die Federspirale bei den Taschenuhren in Anwendung. Durch diese beiden Erfindungen rief dieser hochgelehrte Mann eine förmliche Umwälzung in der Uhrmacherei hervor.

Ludwig IV. ernannte ihn zum Mitgliede der Akademie der Wissenschaften; er gab ihm Wohnung in der königlichen Bibliothek und setzte ihm eine Rente aus. Während seines Aufenthaltes in Frankreich bis zur Aufhebung des Ediktes von Nantes lernte Huyghens das Schneiden und Polieren der grossen Uhrengläser und schrieb inmitten seiner grossen wissenschaftlichen Arbeiten ein „Horologium oscillatorium", Abhandlung, in welcher er die Theorie des Pendels als Regulator der Uhren mathematisch aufstellte. Nach einigen Schriftstellern soll er erst im Jahre 1674 (wenn dies Datum das richtige ist, so hätte Hooke in England und Hautefeuille in Frankreich für diese Erfindung den Vorrang zu beanspruchen) der Unruhe der Taschenuhren die kreisförmige Spirale hinzugefügt haben, von welcher er selbst der Akademie der Wissenschaften folgende Beschreibung vorgelegt hat:

„Das Geheimnis der Erfindung besteht in einer Feder in der Form einer Spirale, deren äusseres Ende an der Axe eines im Gleichgewicht befindlichen, jedoch schwereren Schwungrades als gewöhnlich, das sich um seine Zapfen dreht und deren anderes Ende an einem anderen, mit der Gestellplatte der Uhr verbundenen Teile befestigt ist, welche Feder, wenn das Schwungrad in Bewegung gesetzt wird, ihre Spiralumgänge successive auf- und zuwindet und mit dem leichten Antrieb, welchen die Räder der Uhr ihm verleihen, die Bewegung des Schwungrades erhält, so dass, ob sie mehr oder weniger Drehungen ausführe, die Dauer ihrer Schwingungen immer die gleiche ist".

(Internat. Zeitschrift f. Uhrmacherei, 2. Jg. No. 12.)



Bücherschau.

Modern Astronomy. Being Some Account of the Revolution of the last Quarter of a Century. By H. H. Turner, Westminster. Archibald Constable & Co., Ltd. 2 Whitehall Gardens. 1901.

Das Buch verdankt seinen Ursprung drei Vorlesungen, welche der Verfasser im Royal Institution im Februar 1900 gehalten hatte. Es zerfällt in vier Abschnitte: 1. Moderne Instrumente. 2. Moderne

Methoden. 3. Moderne Resultate. 4. Moderne mathematische Astronomie. Die Abbildungen sind sehr gute und äusserst geschickt zusammengestellt; so ist eine Mondzeichnung von Russell aus dem Jahre 1795 mit einer Pariser Mondphotographie aus dem Jahre 1895 verglichen. Beide sind in gleichem Massstabe und lassen den ungeheuren Fortschritt erkennen. Das Greenwicher Observatorium zu Flamsteed's Zeiten (1676) ist mit dem neuen Observatorium aus dem Jahre 1899 verglichen. Der Humor des Verfassers, welcher aus den „Oxforder Buchnotizen" bekannt ist, kommt auch in diesem Buche zur Geltung.

* * *

Lexikon der Uhrmacherkunst. Handbuch für alle Gewerbetreibende und Künstler der Uhrenbranche. Von **Carl Schulte,** Berlin. 1901. Im Selbstverlage des Herausgebers. 358 Seiten.

Dieses Lexikon giebt über alle Fragen auf dem Gebiete der Uhrmacherkunst eine kurz gefasste, aber ausreichende Auskunft. Das Werk umfasst über 2000 Schlagworte. Es ist das Bestreben des Verfassers gewesen, der Leistungen der deutschen Uhrmacher, die sich einen hervorragenden Platz in den Annalen der Uhrmacherkunst erworben haben, in gleich ehrender Weise zu gedenken, wie dies von jeher besonders die Franzosen und Engländer mit ihren einheimischen Künstlern gemacht haben. Nicht nur der Uhrmacher, sondern auch der Astronom, der Physiker, die Direktoren von Museen wie überhaupt der Sammler werden, wenn es sich um Ermittlung des Alters irgend einer antiken oder wertvollen Uhr handelt, in dem Lexikon die gewünschte Auskunft finden.

Von manchen Männern, die auch in der Astronomie einen Ruf besitzen, wie Kopernikus, Tycho de Brahe, Christian Huyghens, Carl August von Steinheil, R. Hooke und anderen sind sehr gute Lebensbeschreibungen und ihre Beziehungen zur Uhrmacherkunst angegeben. Der Verfasser würde sich noch den besonderen Dank der Astronomen erwerben, wenn er den Abschnitt Sonnenuhren etwas eingehender behandeln würde. Die langjährige Erfahrung des Verfassers als Redakteur der „Allgemeinen Uhrmacher-Zeitung" ist der Reichhaltigkeit des Lexikons, das wir unseren Lesern aufs Wärmste empfehlen können, sehr zustatten gekommen. F. S. A.



Personalien.

R. F. Rancken

(geb. 1854 Jan. 13. in Jakobstad, gest. 1901 Jan. 1. in Uleåborg, Finland).

Von 1872—77 studierte Rancken an der Helsingforser Universität Physik und Astronomie und begab sich nach Erwerbung des Magistergrades 1878 nach Stockholm, um unter Sylden's Leitung zuerst als Hörer und von 1881 an als Assistent der Stockholmer Sternwarte sich ausschliesslich astronomischen Arbeiten zu widmen. 1880 veröffentlichte er in den Astron. Nachr. Bd. 96 eine Bestimmung der Stockholmer Polhöhe und 1882 in Bd. 104 unter dem Titel „Ueber die Eigenbewegungen der Fixsterne" einen Auszug aus seiner Dissertation. Seit 1882 war Dr. Rancken hauptsächlich pädagogisch als Lehrer thätig.

Mitteilung des Herausgebers an die Mitglieder des „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte".

I. In der „Humboldt-Akademie", Lehrstätte NW., Dorotheenstädtisches Realgymnasium, Georgenstr. 30/31, halte ich einen astronomischen Cyclus in 5 Doppelstunden „Ueber unser Planetensystem" mit Lichtbildern an den Dienstagen von $7^1/_4$—9 Uhr Abends. Als Hörer werden Damen und Herren zugelassen.

II. Im „Victoria-Lyceum", Potsdamerstr. 39, halte ich einen Kursus von 20 Vorlesungen „Ueber allgemeine Astronomie" mit Lichtbildern an den Dienstagen von $5^1/_4$—7 Uhr Nachm. (Nur Damen werden als Hörerinnen zugelassen).

Beide Cyclen beginnen Dienstag, den 15. Oktober 1901.

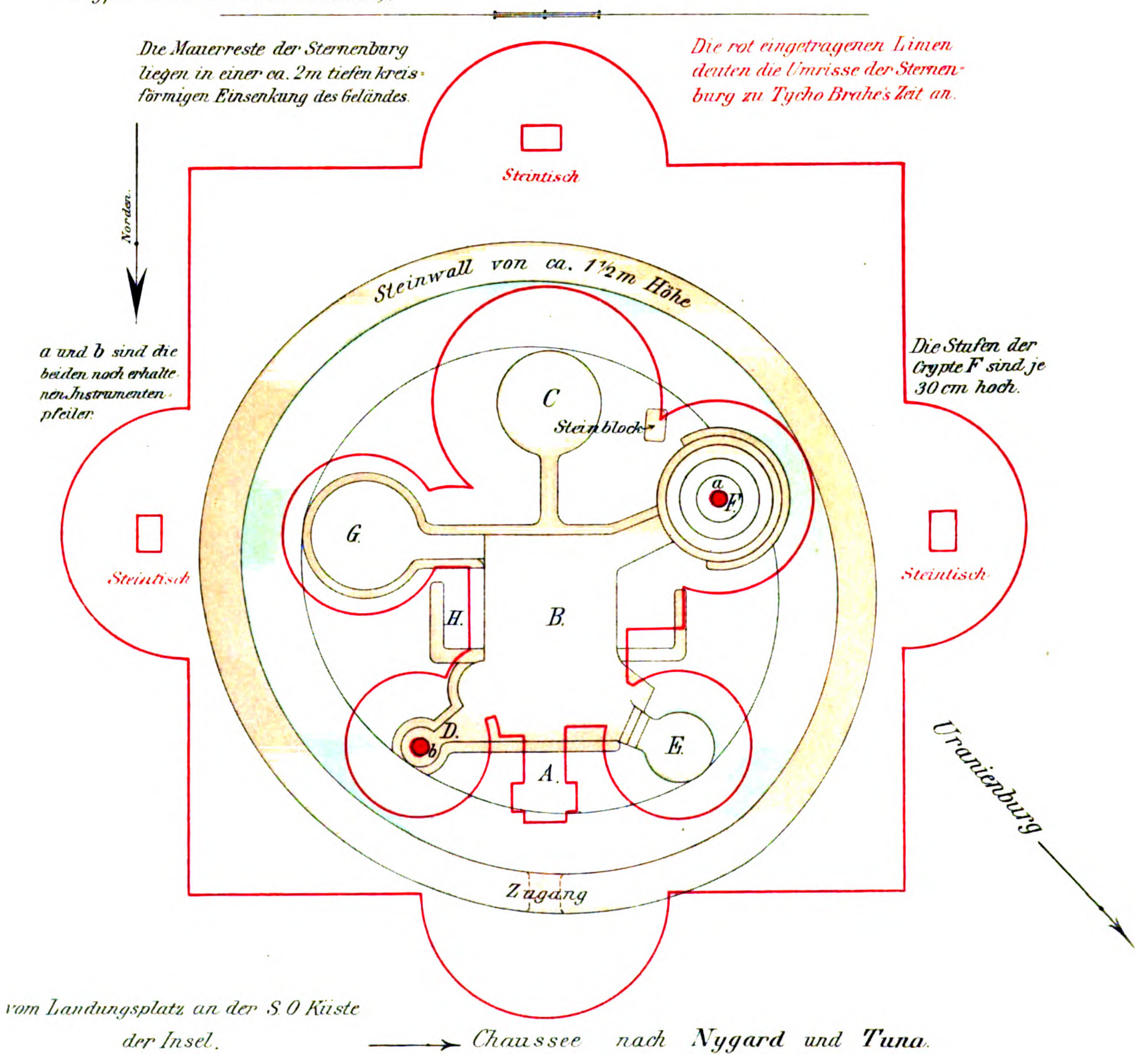
Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.



Die Reste der Sternenburg
auf der schwedischen Insel Hveen im Öre-Sund.

Erklärung der Buchstaben (aus Tycho Brahe's, Astr. Inst. Mechan.).

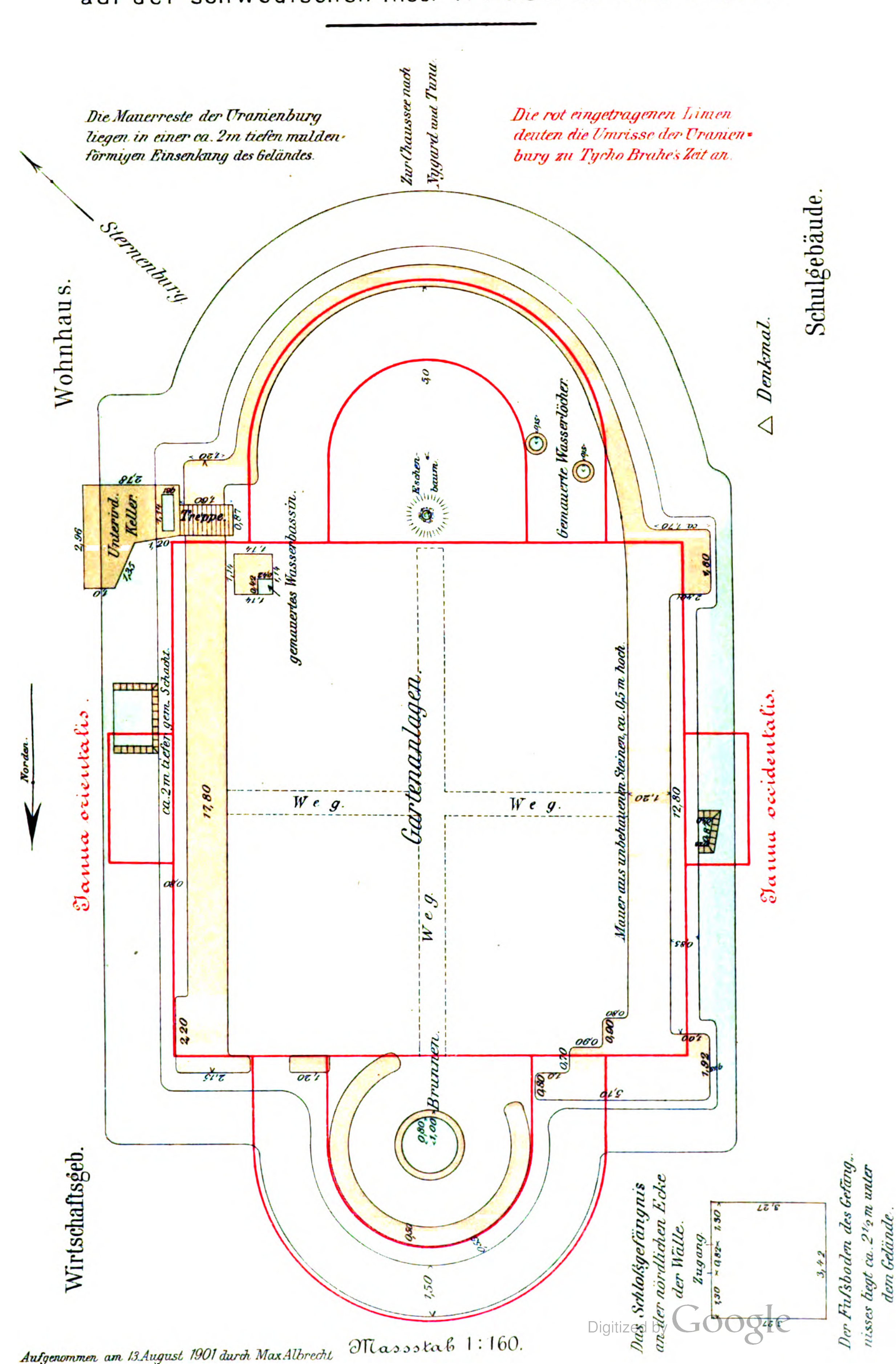
A. Janua. (Eingang).
B. Rotundum laquearium, sub quo hypocaustum, in quod undique e Cryptis ingressus patet. (Gewölbe, darunter das Arbeitszimmer mit Eingängen zu den Krypten).
C. Crypta pro Armillis Aequatorii majoribus. (Krypte für die großen Aequatoreal-Armillen).
D. Crypta pro Quadrante magno volubili. (Krypte für den großen Azimuthal-Quadranten).
E. Crypta pro Armillis Zodiacalibus. (Krypte für die Tierkreis-Armillen).
F. Crypta pro magno Quadrato geometrico Chalybeum interius Quadrantem continente. (Krypte für den von einem großen (Messing) Quadrat eingeschlossenen Messing-Quadranten).
G. Crypta pro Sextante Quadricubitali in suo fulcro et Globo convolubiliqui numero. (Krypte für den Sextanten mit einem Radius von 5 Fuß, der mit seinem Gestell auf einer Kugel ruhte).
H. Lectus Tychonis. (Tycho's Bett).



Kartenbeilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete „Das Weltall," Jahrgang 2. Heft 2.
zu F. u. M. Albrecht: Die Reste der Sternwarten Tycho Brahe's.)

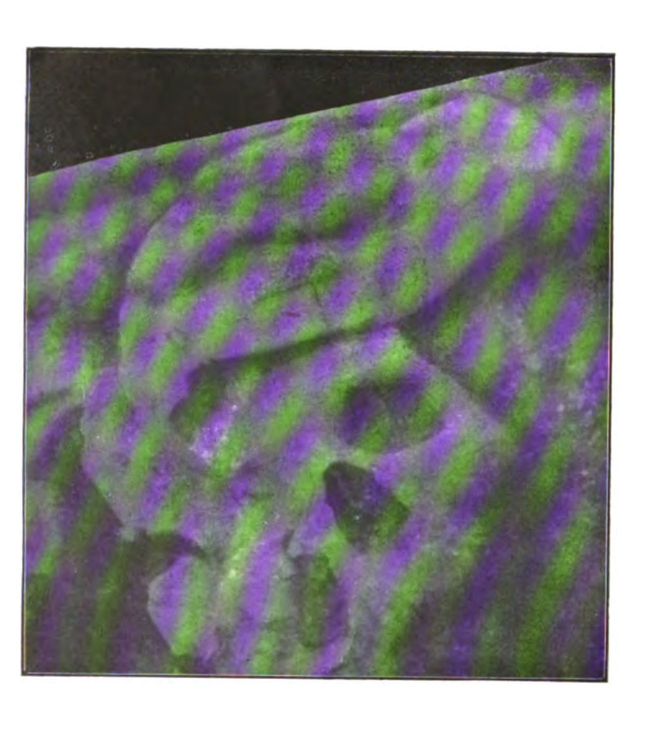
E. Laue, Lith. Inst. Berlin.

Die Reste der Uranienburg
auf der schwedischen Insel Hveen im Öre-Sund.

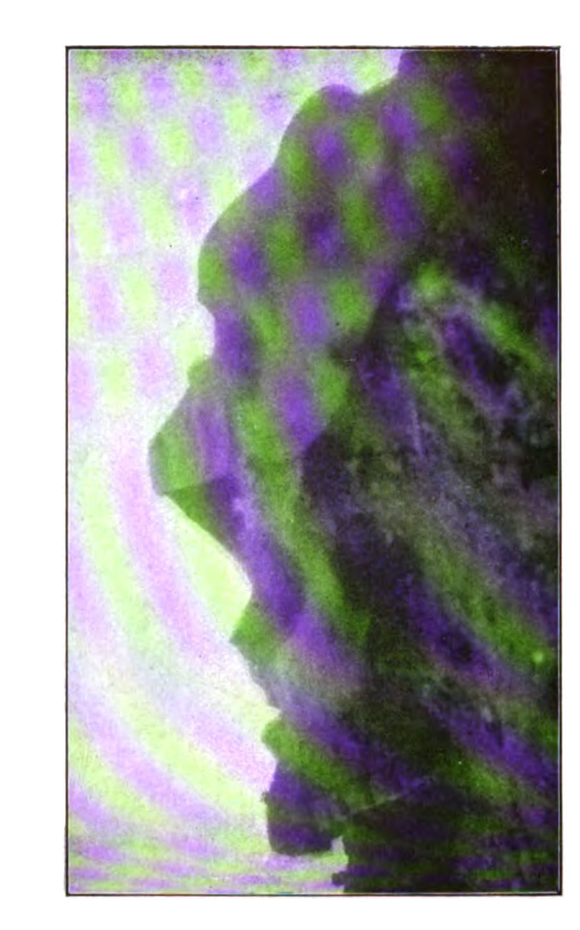


Doppelbeilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete **„DAS WELTALL“**, Jahrgang 2. Heft 3.
(zu J. Herain u. H. Matiegka: Bericht über die Auffindung und Untersuchung der Gebeine Tycho Brahe's, S. 33 u. flgde.)

Tycho Brahe's Schädelreste ausgegraben am 26. Juni 1901.



Von vorn gesehen.



Von der Seite gesehen.

In aufgefundenem Zustande.



Von vorn gesehen.

Von der Seite gesehen.

In gereinigtem Zustande.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 3. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. **1901 November 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

INHALT.

Bericht über die Auffindung und Untersuchung der Gebeine Tycho Brahe's in der Marienkirche vor dem Theine in Prag.*)

Erstattet vom Architekten J. Herain und Univ.-Docenten Dr. H. Matiegka.

Anfangs des Jahres 1901 bildete sich in Prag ein Comité, welches sich die Aufgabe stellte, die auf den 24. Oktober dieses Jahres fallende 300jährige Gedenkfeier des Sterbetages des berühmten Astronomen Tycho Brahe vorzubereiten.

Dasselbe wandte sich an den Stadtrat der kgl. Hauptstadt Prag mit dem Ansuchen, die Gemeinde möge als Patronin der Marienkirche vor dem Theine auf eigene Kosten den marmornen Grabstein und das über demselben befindliche marmorne Epitaphium des genannten gefeierten Dänen, welche sich am ersten Hauptpfeiler des Kirchenhauptschiffes befinden, reinigen und restaurieren lassen.

Der Stadtrat willfahrte diesem Gesuche und forderte den Architekten und k. k. Conservator J. Herain auf, die Leitung der Herstellung des marmornen Grabsteines und Epitaphiums zu übernehmen und die diesbezüglichen Anträge zu stellen.

Nach gründlicher Untersuchung des Grabsteines erklärte dieser die Leitung der Restaurationsarbeiten übernehmen zu wollen und beantragte, dass das aus rotem und weissem Marmor hergestellte Epitaphium des jetzigen schwarzen Anstrichs entledigt, zugleich mit dem unteren Grabsteine gereinigt, die Marmorflächen geschliffen und geglättet, das beschädigte Gesimse des Epitaphiums neu angesetzt und die Fugen, wo nötig, verkittet werden. Die in weissen Marmor gemeisselte Inschrift des Epitaphiums sollte schwarz gefärbt werden, um leserlicher zu erscheinen.

Weitere Anträge betreffend die Herstellung jener Teile des Epitaphiums, welche nun an ihm fehlen, sollten nachfolgen und zwar war über der Mitte des

*) Dieser Bericht und die Photographie des restaurierten Grabmals nebst 2 Platinotypien von den Schädelresten sind uns vom Bürgermeister von Prag Herrn Dr. Srb und 2 Clichés von Herrn Dr. Matiegka in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt, wofür ich beiden Herren auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche. Der Herausgeber.

Epitaphiums einstens wohl ein marmorner Ananas, oder eine Pyramide und weiter unter den Säulchen zwei Wappen vorhanden, welche Details aber erst genauer studiert werden müssten, bevor an die Ergänzung dieser ehemaligen Verzierungen des Epitaphiums geschritten werden könnte.

Endlich beantragte derselbe beim Stadtrate, ihm zu einer Nachforschung nach den Gebeinen Tycho Brahe's die Bewilligung zu geben, um sicherzustellen, ob dieselben thatsächlich vor dem Pfeiler, auf dem sein Grabstein und darüber das Epitaphium angebracht ist, noch ruhen.

Einige historische Berichte besagen nämlich, dass bei der Gegenreformation nach der Schlacht am Weissen Berge im Jahre 1620 die Leichen der Nichtkatholiken aus der Kirche entfernt wurden; ob aber unter denselben sich die Leiche Tycho Brahe's befand, wird nirgends erwähnt.

Uebrigens konnte das Grab auch bei den verschiedenen Katastrophen, die die Kirche trafen und infolge deren auch das Kirchenpflaster erneuert werden musste, zerstört worden sein.

Der Stadtrat nahm alle diese Anträge an und bewilligte die nötigen Mittel, so dass am 24. Juni d. J. mit der Nachforschung begonnen werden konnte. Es geschah dies bei Anwesenheit des hochw. Hauptpfarrers P. Knobloch, des k. k. Conservators Břetislav Jelínek, des Stadtrates Wenzel Brož und des Architecten J. Herain.

Bald kam man unter dem Steinpflaster auf die aus Ziegeln hergestellte, 15 cm starke Wölbung, die nur von einer schwachen Schicht Erde bedeckt war; als man die Gruftwölbung durchbrach, gelangte man in eine gemauerte, längliche Gruft, welche aber an der Westseite bis an die Wölbung mit Kalkschotter ausgefüllt war. Dies muss, nach dem Befunde zu schliessen, einstens in der Weise geschehen sein, dass die Gruftwölbung eingebrochen und die entstandene Lücke einfach durch Kalkschotter bis zur Ausfüllung verschüttet worden war.

Der östliche, gegen den Hauptaltar gerichtete Teil der Gruft war verhältnismässig weniger verschüttet, doch war auch hier so viel Schotter, dass man keine Särge gewahrte.

Das ursprüngliche Gruftgewölbe war nämlich gewerbsmässig und kunstlos genug ausgeführt worden; die Mauern bestanden aus Bruchstein, das Segmentgewölbe aus Ziegeln; die lichte Länge der Gruft betrug 2,30 m, die Breite 1,76 m, die lichte Grufthöhe 1,08 m, von der Oberfläche des Kirchenpflasters bis zum Gruftgrunde wurde 1,58 m gemessen.

Die Ursache des Einsturzes des Gruftgewölbes kann wohl in dem unglücklichen Zufall vom 10. Juni 1679 gesucht werden.

Damals schlug nämlich der Blitz in das Sanctustürmlein über dem Hauptschiffe ein; von da ergriff das Feuer das Kirchendach; der zusammenstürzende Dachstuhl durchbrach die gothische Kreuzwölbung, dessen Trümmer in das Innere des Hauptschiffes stürzten und hier viele Altäre und Kirchenbänke zertrümmerten, einen Teil des Gesimses des Epitaphiums Tycho Brahe's beschädigten und die Gruftwölbung durchbrachen. Beim Löschen des Feuers in der Kirche gelangte auch Wasser in die Gruft. Die in die Gruftwölbung gebrochene Oeffnung wurde bei der Renovierung der Kirche einfach mit Kalkschotter verschüttet, ohne dass vorher die Wölbung wieder hergestellt worden war. So erklärt sich der jetzige Befund.

Nach Entfernung der Wölbung wurde der Schotter vorsichtig, schichtenweise mit dem Mauerlöffel oder den blossen Händen abgetragen, auf das Kirchenpflaster gebracht und hier durchsucht.

Bald kam man bei dieser Arbeit auf eine Menge dem Schotter beigemengter verfaulter Holzreste von 4 bis 6 cm Länge, welche — wie sich später ergab — von den Deckeln zweier Särge stammten.

Etwa um ½12 Uhr mittags wurde im westlichen Teile der Gruft in der Aufschüttung der Gesichtsteil eines zur rechten Seite geneigten mit einem Barett bedeckten Kopfes sichtbar. Weiter fand man am Rumpfe der betreffenden Leiche bis zu den Knieen einen seidenen Rock und endlich an den Füssen Zwirnstrümpfe und Schuhe.

Diese männliche Leiche lag in der südlichen Hälfte der Gruft, gerade zu Füssen des am Kirchenpfeiler angebrachten Grabsteines, während linkerhand von derselben in einem zweiten Sarge ein anderer Leichnam und zwar ein weiblicher sich vorfand.

Nach einer Mittagspause (von 1 bis ½3 Uhr) wurde die Arbeit wieder aufgenommen. Als aber nach 4 Uhr der Schotter von beiden Leichen so weit entfernt war, dass der Fund deutlich zu Tage lag, und nachdem nach oberflächlicher Reinigung des Kopfes der männlichen Leiche unter der Nase ein mächtig eingedrehter Schnurrbart erschien, dessen Aussehen dem am Grabstein Tycho Brahe's dargestellten glich, schien ziemlich sicher zu sein, dass der gesuchte Leichnam des berühmten Dänen gefunden sei. Deshalb wurde sofort die weitere Arbeit eingestellt, dem Bürgermeister Dr. Srb ein Bericht erstattet und zugleich gefordert, behufs weiterer Untersuchung des Fundes Sachverständige der Anatomie und Anthropologie beizuziehen. Bis dahin wurde an dem Funde nicht gerührt.

Die Vornahme der Untersuchung der gefundenen Leichenteile konnte nicht lange verzögert werden, da die Kirche möglichst bald wieder dem Gottesdienste übergeben werden musste; an der provisorisch gedeckten Gruft hatte ein städtischer Wachmann Aufsicht gehalten.

Mittwoch, den 26. Juni nachmittags um ½4 Uhr, erschienen die beiden Sachverständigen und zwar Universitätsprofessor Dr. Andreas Schrutz und Universitäts-Dozent Dr. Heinrich Matiegka, welche bei Anwesenheit der früher angeführten Kommissionsmitglieder und noch einiger Stadträte, Stadtverordneten und Universitätsprofessoren die Leichenreste neuerdings in loco besichtigten.

Mit Rücksicht auf das unzulängliche Licht in der Gruft und die Notwendigkeit der Reinigung derselben wurde dann auf Antrag der Sachverständigen in einer sogleich hierauf am Rathause vorgenommenen Beratung beschlossen, die Leichenreste, an denen bisher nicht gerührt worden war, den folgenden Tag zu heben, bei Tageslicht näher zu untersuchen und photographieren zu lassen, zumal als eine photographische Aufnahme in der Gruft nicht möglich erschien.

Nachdem hierzu die Bewilligung gegeben worden war, wurde tags darauf mittags die nähere Untersuchung vorgenommen. Vorerst wurde der genaue Befund in situ konstatiert und hierauf die Leichenreste von den Sachverständigen eigenhändig gehoben und bei Tageslicht genauer besichtigt. Hierbei wurde folgendes festgestellt:

Die männliche Leiche lag in einem ungefärbten, innen ausgepichten Kieferholzsarge, welcher von einem zweiten aus demselben Holze hergestellten, aussen schwarz angestrichenen und an der Stirnseite mit einem grossen weissen Kreuze versehenen Sarge umgeben war. Beide Särge waren ziemlich verfault und zerfallen, blos die Stirnseite des Sarges zu Füssen des Leichnams war verhältnissmässig gesund und erhalten.

Die zweite, weibliche Leiche ruhte in einem einfachen Kieferholzsarge, der ebenfalls morsch und zerfallen war.

Beide Leichname lagen mit dem Kopfe nach Westen, mit den Füssen nach Osten, d. i. zum Hauptaltare. Die Durchbruchstelle der Gruftwölbung, durch die einstens der Schotter in die Gruft gelangt war, befand sich gerade über dem Kopfe der männlichen Leiche; so erklärt sich der Umstand, dass der grösste Teil des Kopfes (Schädels) zertrümmert und vernichtet worden war, während sich nur ein Teil des Gesichts und der Stirne erhalten hatte.

Die Bekleidung der männlichen Leiche bestand aus einem gut erhaltenen braunen Sammetbarett, auf dem eine bronzene Spange lag, welche wohl die hier befestigte Feder zu halten hatte, weiter aus einem Rocke aus fester, dunkelroter Seide, an welcher ein Blumenornament zu erkennen war.

Die Füsse waren mit gelben bis an die Kniee reichenden Zwirnstrümpfen und Sammetschuhen bedeckt.

Unter der ganzen Leiche war im Sarge ein aus dünnem Seidenstoff bestehendes Leichentuch ausgebreitet, welches allerdings in viele Stücke zerfallen war. Der Kopf ruhte auf einem kleinen, mit Heu ausgestopften Polster.

An der zweiten, weiblichen Leiche, die zur Linken der männlichen begraben war, wurden keine Kleiderreste gefunden, ebenso kein Schmuck; blos an den gekreuzten Händen fand man etwa 200 weisse, durchbohrte Beinperlen von gleicher Grösse, so dass es sich wohl nicht um einen Rosenkranz handelte, der ja aus kleinen und grösseren Kügelchen hätte zusammengesetzt sein müssen.

Zwischen den beiden Särgen fand sich überall Kalkschotter; sonst aber war, nach der ganzen Lagerung der Leichen zu schliessen, an denselben vordem nicht gerührt worden.

Nun wurde zur Untersuchung der erhaltenen körperlichen Ueberreste geschritten und zwar vorerst der der männlichen Leiche.

Von derselben war die untere Hälfte besser erhalten als die obere, stärker vom Schotter verschüttete. Ueberhaupt war fast nur das Skelett noch erhalten. Die Leiche lag ausgestreckt, die Oberextremitäten in den Ellbogengelenken gebeugt; ihre Gesamtlänge in situ gemessen betrug — soweit das Fehlen des Scheitelteils des Schädels einen Schluss erlaubte — 168 bis 170 cm.

Hierauf wurden die einzelnen Knochen, die sämtlich von einander losgelöst waren, von den Sachverständigen eigenhändig von dem Fussende beginnend gehoben, um näher besehen zu werden und um zu ermöglichen, dass die erhaltenen Schädelreste ungestört im Ganzen ans Tageslicht gebracht werden könnten. Alle Knochen waren stark, massiv, mit mächtigen Muskelansatzstellen versehen, wiesen insgesamt männliche Charaktere auf und liessen auf eine kräftig muskulöse Gestalt schliessen. Auffallend war die bedeutende Breite des Brustbeines.

Nun wurden die erhaltenen Schädelteile samt der Kopfbedeckung, den anliegenden Gewandresten und dem Polster, auf dem sie ruhten, mittelst einer untergeschobenen Metallplatte gehoben und vor allem von vorne und von der Seite photographiert. (Vergleiche unsere Doppelbeilage.)

Nach behutsamer Entfernung der Gewandteile wurde sicher gestellt, dass vom Kopfe überhaupt nur ein Teil des Gesichtsskelettes erhalten war und zwar der untere Teil der Stirnschuppe, die Nasenknochen, das linke Jochbein, zum grossen Teil der linke Oberkieferknochen, ein Teil desselben Knochens der rechten Seite mit den dazu gehörigen Zähnen (nämlich die Schneide-, Eck-

und Backenzähne beider Oberkiefer und die 3 Mahlzähne der linken Seite). Das Gebiss war stark abgenützt.

Vom Hirnteile des Schädels hatte sich nichts erhalten; an seiner Stelle fand sich besonders in der Kopfbedeckung ausser einigen Haarbüscheln blos ein grauer, aschenartiger Detritus. Einige festere Stückchen erinnerten an die in Schädeln aus gewissen Beinhäusern manchmal vorkommenden saponifizierten Gehirnreste.

Die Extremitätenknochen und auch die erhaltenen Gesichtsknochen waren stellenweise von einer dünnen Schichte einer bröcklichen, braunen Masse, d. i. den Resten von eingetrockneten und mumifizierten Weichteilen, bedeckt, in welchen noch über den Augenhöhlen Reste der hellbraunen Augenbrauen und oberhalb der Zähne Reste eines mächtigen Schnurrbartes sassen.

Ueberdies war eine abgelöste vollständige Schnurrbarthälfte erhalten, die etwa 10,5 cm lang, 2 cm dick, schwach S-förmig gekrümmt war und aus kräftigen, stark eingedrehten, dunkelbraunen Barthaaren bestand. In der Kopfbedeckung fanden sich endlich — wie schon erwähnt — auch einige braune, stellenweise hellere Haarbüschel.

Abgesehen von den Bartresten weisen auch die Gesichtsknochen einen entschieden männlichen Typus auf; die Wangenbeine treten etwas stärker vor, wie dies auch die Abbildungen Tycho Brahe's zeigen.

Die Augenhöhlen sind mässig schräg gelagert, die Nasenöffnung durch die mässig verbogene Nasenscheidewand etwas asymmetrisch geteilt; die Masse der Nase und besonders der Nasenknöchelchen weichen nicht viel von den allgemeinen Mittelmassen ab, blos die Länge der Nasenknöchelchen (21,5 mm) steht ewas unter dem Mittel. Bezüglich der einzelnen Knochen- und Gesichtsmasse sei im Uebrigen auf den Bericht, den Dr. Heinrich Matiegka der kgl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag am 11. Oktober 1901 erstattete, verwiesen.

Auffallend war die Form der oberen Umrandung der Nasenöffnung. Die Nasenknöchelchen waren hier, d. i. an ihrem unteren freien Rande, durch eine kleine sichelförmige Fläche begrenzt, die deutliche Zeichen von Knochenvernarbung zeigte. Bei der Ansicht von der Seite erschien der etwas eingebogene Nasenrücken unten plötzlich durch eine steiler abfallende kleine Linie, d. i. eben die im Profil gesehene sichelförmige Fläche abgebrochen; über derselben befindet sich ein kleines Höckerchen.

Es ist kein Zweifel, dass es sich hier um eine oberflächlich vernarbte Knochenwunde handelt, die augenscheinlich durch jenen unglücklichen Hieb beim Duelle erzeugt worden ist, durch den Tycho Brahe eines Teiles seiner Nase beraubt wurde. Diese Nasenverstümmelung ist an allen Abbildungen Tycho Brahes, sowie auch auf dem Grabsteine auffallend genug angedeutet.

Der obere Rand der Nasenapertur, besonders die beschriebene, sichelförmige Fläche und ihre nächste Umgebung ist bis 7 bis 15 mm weit hellgrünlich gefärbt, wie dies an Knochen beobachtet wird, die lange Zeit in feuchter Erde mit kupferhaltigen Gegenständen in Berührung waren. Diese *post mortem* entstandene Verfärbung wird am einfachsten dadurch erklärt, dass dem grossen Astronomen die künstliche Nase, welche derselbe zu Lebzeiten zur Deckung seines Nasendefektes trug, auch mit ins Grab gegeben wurde. Diese Prothese bestand wohl aus einer kupferhaltigen Legierung, deren Farbe der natürlichen Hautfarbe möglichst nahe kam und weniger Nachfärbung bedurfte.

Tycho Brahe soll dieselbe mit einer Salbe bestrichen und einem Puder von Hautfarbe bestreut haben. Um leicht zu sein, war die Prothese wohl aus sehr dünnem Blech hergestellt, wodurch sich auch ihre völlige Vernichtung auf mechanischem und chemischem Wege erklärt, so dass bei der Grufteröffnung trotz eifrigen Suchens keine Spur mehr vorgefunden wurde.

Die Sachverständigen konnten so:

1. aus dem Habitus des Skelettes und besonders den Formen des Gesichts,
2. aus der Grösse des Skelettes, welche der der Figur Tycho Brahe's auf dem Grabsteine 170 cm gleichkam,
3. nach dem beiläufigen Alter der betreffenden Person,
4. nach den erhaltenen Bartresten,
5. aus dem Befunde in der Nasengegend

mit Bestimmtheit den Schluss ziehen, dass es sich hier um die Gebeine Tycho Brahe's handle.

Das zweite vorgefundene Skelett mit gut erhaltenem Schädel war 155 cm lang und stammte, nach der vorgeschrittenen Verwachsung der Schädelnähte und der starken Abnützung des Gebisses zu schliessen, von einem älteren Weibe her. Obzwar an dem Skelette nähere persönliche Charaktere fehlten und auch unbekannt waren, kann man mit Recht annehmen, dass diese Leichenreste der Gattin Tycho Brahe's, namens Christine, angehörten, denn am unteren Teile des Epitaphiums kann man lesen: *„Ejus exuvias uxorisq. triennio post defunctae, haeredes liberi sacro hoc loco composuerunt."*

Aus dieser sicheren Quelle erfahren wir, dass Tycho Brahe's Witwe Christine im Jahre 1604 gestorben ist und an der Seite ihres Gatten bestattet wurde.

Der marmorne Grabstein mit dem lebensgrossen Bildnisse Tycho Brahe's und das über demselben befindliche Epitaphium, auf dem sich eine lateinische, 35 Zeilen betragende Inschrift befindet, wurden sicherlich von den Kindern des berühmten Astronomen einige Jahre später, vielleicht bis 10 Jahre nach seinem Tode, errichtet; hierfür würde die am Grabstein falsch angegebene Jahreszahl MDCIII (an Stelle der richtigen MDCI), an der die zwei letzten Jahre (II) durch Verkittung wieder korrigiert wurden, sprechen.

Hiernach könnte man schliessen, dass zur Zeit der Herstellung des Grabsteines das Sterbejahr seinen Errichtern schon aus dem Gedächtnisse entwichen war. Was das Epitaphium anbelangt, so erwähnt dasselbe ja auch schon den 3 Jahre nach Tycho Brahe's Absterben erfolgten Tod seiner Gattin und muss also entschieden nach dem Jahre 1604 hergestellt worden sein.

Nach beendigter Untersuchung der Gebeine an Ort und Stelle wurden die Ueberreste der weiblichen Leiche in der Gruft an ihrem ursprünglichen Orte belassen, die Gebeine Tycho Brahe's aber wegen der vorzunehmenden Reinigung und Restauration dieses Teiles der Gruft, der am meisten gelitten hatte, in eine zu diesem Zwecke vorbereitete Schachtel zusammengelegt und dem hochw. H. Hauptpfarrer zur provisorischen Verwahrung in der Sakristei bis zur Herstellung eines gediegenen Metallsarges übergeben. Eine andere Art der Verwahrung war nicht möglich, zumal die bestehenden Vorschriften eine Ueberführung der Leichenreste aus der Kirche und eine eventuelle Neubestattung in derselben nicht zuliessen. Die provisorische Verwahrung der Leichenreste durch den Hauptpfarrer und den Kirchendiener, dem ja doch das den Katholiken Allerheiligste und die übrigen Schätze der Kirche anvertraut werden, hat sich



Tycho Brahe's Grabmal in der Marienkirche vor dem Theine in Prag nach vollendeter Restaurierung i. J. 1901.

auch sonst als das Geziemendste gezeigt, obzwar sie von einzelnen Tagesblättern bemängelt wurde. Nur aus besonderer Pietät wurden die vermeintlichen, aber nicht erwiesenen Gehirnreste besonders eingewickelt; das Schädelfragment übernahm Doc. Dr. Matiegka behufs Aufweichung der anhaftenden Massen in der Nasengegend und zur genaueren Untersuchung, wobei erst einige der oben erwähnten Detailbefunde gemacht wurden. Von dem gereinigten Fragmente wurden neuerlich Platinotypien hergestellt, die mit gütiger Erlaubniss der kgl. böhm. Ges. d. Wiss. auf der Sonderbeilage wiedergegeben sind.

Am 6. Juli wurde dann das Schädelfragment und der erhaltene Bartrest im Beisein des hochw. H. Hauptpfarrers in ein Glasgefäss mit eingeschliffenem Deckel verwahrt und luftdicht verschlossen, d. i. verklebt und verkittet. Die Gruft wurde, wie in den Pausen zwischen den vorgenommenen Nachforschungen, provisorisch mit einem starken Holzdeckel geschlossen.

Am 29. Juli d. J., als der vom Zinngiesser Jos. Scheller hergestelle Zinnsarg zur Verfügung stand, wurden die Gebeine Tycho Brahe's, die erhaltenen Kleiderreste — ausser den dem städtischen Museum zur Aufbewahrung übergebenen — das Glas mit dem erhaltenen Gesichtsteile, sowie ein zweites Glas mit den vermeintlichen Gehirnresten in den Sarg gethan, derselbe verlötet und in [illegible]t. Der Deckel des $32^1/_2$ kg schweren Sarges trägt die Aufschrift [illegible]he. 1901.“ Der Beisetzung der Gebeine waren anwesend: der hochw. [illegible]bloch, der erste Vizebürgermeister Dr. Adalbert Frič, der [illegible] Brož, der Stadtverordnete Dr. Luboš Jeřábek, der Univ.-Professor Dr. Andreas Schrutz und der Geschäftsleiter der „Gesellschaft der Freunde böhmischer Altertümer“ Bohuš Černý.

Tags darauf am 30. Juli wurde die Gruft neuerlich überwölbt und in das Kirchenpflaster eine grosse Granitplatte mit der auf unserer Abbildung sichtbaren Aufschrift „Tycho Brahe“ an der Stelle eingesetzt, an welcher die Gebeine des berühmten dänischen Astronomen ruhen.

Es ist vielleicht überflüssig, zu bemerken, dass der ganze Verlauf der Untersuchung ein würdiger war und dass die gesamte Oeffentlichkeit, sowie der Stadtrat der kgl. Hauptstadt Prag, welcher keine Kosten scheute, den Thatbestand in erschöpfender Weise sicherzustellen und dem grossen Dänen, den die Stadt einst gastfreundlich aufgenommen hatte, seine letzte Ruhestätte in würdigster Weise herzurichten, an den Ergebnissen der Nachforschungen ein reges Interesse nahm.

Tycho Brahe's Gebeine, zu deren Auffindung und Konstatierung ja eben aus Hochschätzung seiner Person die ganze mühevolle und kostspielige Untersuchung vorgenommen worden war, ruhen nun wiederum an demselben Ehrenplatz, den ihm schon sein Gönner, der Kaiser Rudolf II. angewiesen hatte.



Die Durchmessergrössen der Planeten.

Die Kenntnis der wahren Grössen der Planeten, die ausser der Erde die Sonne umkreisen, ist für manche Fragen der Astrophysik von grosser Bedeutung. Die physischen Zustände an der Oberfläche eines solchen Weltkörpers sind wesentlich bedingt durch die Dichte im Innern derselben, diese Dichte aber ist das Verhältnis von Masse und Rauminhalt. Zahlreiche Messungen sind schon von vielen Astronomen über die Planetendurchmesser angestellt

worden, und zwar auf verschiedene Weise und mit verschiedenen Messvorrichtungen. Selten sind aber alle Planeten von demselben Beoabachter auf dieselbe Art gemessen worden, und gerade eine solche systematische Arbeit hätte ihre besonderen Vorzüge. Denn das Sehen ist bei verschiedenen Menschen recht ungleich, und die ungleichförmige Auffassung der nämlichen Gegenstände tritt besonders auffällig, um nicht zu sagen störend, bei den feinen astronomischen Messungen zu Tage. Misst nun ein Astronom eine runde Lichtscheibe, also einen Planeten zu gross oder zu klein, so wird er die nämliche Abweichung vom richtigen Auffassen auch bei den Messungen anderer Planeten begehen. Eine solche „systematische" Differenz ist von geringem Belange, da sie an den Grössen-Verhältnissen wenig ändert. Nur bei den entferntesten Planeten werden selbst geringfügige Fehler in den scheinbaren Grössen, wie sie im Fernrohre gesehen werden, einen sehr schädlichen Einfluss auf die Bestimmung der wahren Grössen ausüben. Daran wird aber nie etwas zu ändern sein, da es in der Natur der Sache liegt, dass wir das Nähere besser erkennen als das Entferntere.

Aus neuerer Zeit liegen nun von mehreren Beobachtern Messungsreihen vor, die sämtliche oder doch beinahe sämtliche Planeten umfassen. Eine Zusammenstellung der ermittelten Zahlen dürfte für die Leser des „Weltalls" um so mehr von Interesse sein, da auch in den neuesten populären Werken über Astronomie ältere Angaben beibehalten sind, die in der Regel tur jeden einzelnen Planeten von einem anderen Autor stammen. Wir geben hier zunächst die Messungen, die Prof. E. E. Barnard am 36 zölligen Lickrefractor angestellt hat. Nur der Mercur wurde von ihm am 12-Zöller gemessen und zwar gelegentlich der Vorübergänge dieses Planeten vor der Sonne in den Jahren 1891 und 1894. Sodann hat neuestens Prof. T. J. J. See den 26-Zöller in Washington zu ähnlichen Messungen verwendet. Um reine, scharfe Bilder der Planetenscheiben zu gewinnen, brachte er vor dem Ocular des Fernrohres kleine Glaszellen an, die mit Farben verschluckenden Flüssigkeiten gefüllt sind. Gewählt wurden solche Flüssigkeiten, welche die auch bei den besten Objektiven nie völlig fehlenden Farbensäume um helle Scheiben — Planeten oder Sterne — auslöschen. Die Zellen scheinen freilich etwas zu stark zu wirken; auch die äussersten Randteile der Planetenscheiben sind anscheinend so geschwächt worden, dass die gemessenen Durchmesser alle erheblich kleiner ausgefallen sind als bei Barnard.

Die folgenden Zahlen beziehen sich auf die Annahmen des Erddurchmessers am Aequator zu 12 756,5 km und des Grundmasses für alle Dimensionen im Sonnensystem, der Entfernung der Erde von der Sonne zu 149,5 Mill. km. Zur Vergleichung mag noch der Durchmesser des Mondes, 3477 km angeführt werden, während jener der Sonne 1 392 000 km beträgt.

Planet oder Trabant	Durchmesser nach Barnard	Durchmesser nach See
Mercur	4 440 km	4 280 km
Venus	12 600 -	12 220 -
Mars	6 980 -	— -
Ceres	770 -	— -
Pallas	490 -	— -
Juno	190 -	— -
Vesta	380 -	— -

Planet oder Trabant	Durchmesser nach Barnard	See
Jupiter (Aequator)	145 200 km	144 700 km
- (Polardm.)	136 100 -	135 400 -
1. Jupitermond	3 950 -	2 530 -
2. -	3 300 -	2 350 -
3. -	5 730 -	5 130 -
4. -	5 400 -	4 640 -
Saturn (Aequator)	123 000 -	120 500 -
- (Polardm.)	112 300 -	108 500 -
Aeuss. Ring, äuss. Dm.	278 000 -	278 500 -
- - inn. -	242 000 -	240 500 -
Inner. - äuss. -	235 000 -	234 500 -
- - inn. -	177 000 -	179 500 -
Florring, - - -	142 000 -	142 000 -
Saturnmond Titan	4 400 -	3 400 -
Uranus	56 000 -	46 000 -
Neptun	53 000 -	44 000 -

Wenn man mit den von See angegebenen Durchmessern für die Jupitermonde ausrechnet, wie viele von den auffallenden Sonnenstrahlen diese Gestirne reflektieren, so findet man, dass diese Weltkörper weisser als weiss sein müssten, das heisst, ihre Oberflächen werfen mehr Sonnenstrahlen zurück, als sie auffangen. Da dies unmöglich ist, so sieht man, dass die so berechneten Oberflächen zu klein sein müssen. Damit ist aber auch erwiesen, dass die von See benutzten Flüssigkeitszellen die Planeten thatsächlich etwas zu klein erscheinen lassen. An sich sind die Messungen von See ganz gut, sie sind eben nur mit einem „systematischen" Fehler behaftet. Vielleicht sind die von Barnard gefundenen Zahlen im gleichen oder ähnlichen Verhältnis zu gross ausgefallen. Nimmt man aus beiden Reihen die Mittel, so wird man von den wahren Werten nicht weit entfernt sein, zumal da beide Reihen sich immer nur ganz wenig unterscheiden, abgesehen von den Trabanten des Jupiter und des Saturn und von den zwei äussersten Planeten Uranus und Neptun.

Sehr viele Glieder des Sonnensystems, nämlich fast alle Planetoiden und Planetenmonde, erscheinen selbst in den besten Fernrohren nur als unmessbare Lichtpünktchen. Ihre wahre Grösse lässt sich nur abschätzen durch Vergleichung ihrer Helligkeit mit der von messbar grossen Planeten. Am winzigsten dürften unter diesen „Weltkörpern" die zwei Marsmonde und die Planetoiden Agathe und No. 452 sein; ihre Durchmesser mögen etwa 10 bis 12 km betragen.

A. Berberich.



Ueber den Zusammenhang des Schachspiels mit den astronomischen Anschauungen des Altertums.*)

Gewöhnlich nimmt man an, dass das Schachspiel, jenes geistvolle Zerstreuungsmittel aller Zeiten und Völker, von Indien aus seinen Weltlauf angetreten hat. Wie allgemein bekannt, soll Sassa, Sohn des Dahir, das Schachspiel erfunden und in seiner Muttersprache „chaturanga" benannt haben.

*) Diese kleine Darstellung beruht vornehmlich auf den trefflichen Ausführungen K. Himly's im 24. und 27. Jahrgange der „Zeitschrift der deutsch. morgenländ. Gesellsch." Man vergleiche fernerhin: Forbes: „History of Chess" und das „Journal of the North China Branch of the Royal Asiatic Society" Shangai. Auch die treffliche „Geschichte des Schachspiels" von A. v. d. Linde ist für unseren Zweck sehr empfehlenswert.

Wenn man nun auch keine sicheren Beweise dafür hat, dass ein anderes Volk in prähistorischer Zeit eher als das indische jenes edle Spiel gepflegt hat, so steht doch fest, dass die Chinesen und die Aegypter des 2. vorchristlichen Jahrtausends die Theorie des Schachspiels gekannt und mit astronomischen Vorgängen in Zusammenhang gebracht haben. Letztere Thatsache erscheint genügend wichtig, um noch einige erläuternde Bemerkungen anzuknüpfen.

Nach den mythologischen Inschriften der Pyramiden — einer köstlichen, leider immer nicht nach Gebühr geschätzten Fundgrube auch der naturwissenschaftlichen Kenntnisse des Pharaonenreiches — soll Thot — der „Loki“ Altägyptens, d. h. das Prinzip des Bösen — dem Monde 5 Schalttage abgewonnen haben „mit Hülfe des Brettspiels“. Auch nannten die altorientalischen Völker die Schachfelder stets „Häuser“, was besser mit den astronomischen Bezeichnungen, wie Planeten-„Häuser“ etc., übereinstimmt. Dieselbe Beziehung des Schachspiels zu Sonne, Mond und Sternen finden wir bei den Chinesen. Auch diese setzten die Figuren des Schachs — dort Hsiang-ci genannt — in ihrem oft wunderlichen Laufe mit den Konstellationen der Planeten in Verbindung. Bei der Abhängigkeit der pythagoräischen Naturphilosophie und Naturwissenschaft von den oft mehr als rätselhaft gehaltenen Weisheitslehren der ägyptischen Priester,*) darf es uns nicht verwundern, dass wir auch auf hellenischem Boden jener eigentümlichen Verquickung des Schachspiels mit der Astronomie begegnen. Nach Hyde, „Historia Nerdiludii“ lehrten die Anhänger Platos, „dass man aus den Bewegungen der Schachfiguren den Planetenlauf zu erkennen vermöge.“ Und Platon selbst — der sich mehr wie einmal rühmt, ein Pythagoräer bezgl. der Schüler eines Pythagoräers zu sein — bezeichnet in seinem „Phädrus“ den ägyptischen Gott Thot sowohl als „Erfinder der mathematischen Wissenschaften, wie auch des Schachspiels“.

Allerdings müssen die absonderlichen Bewegungen der Schachfiguren wohl auf den Gedanken führen, dass jenes Urvolk, welches zuerst das Brettspiel pflegte, auf dem Schachbrette durch den verworrenen Lauf der Figuren gleichsam die scheinbar so verwickelte und doch so klare Bewegung der Gestirne versinnbildlichen wollte.

Weiteren Forschungen muss es vorbehalten bleiben, über diesen interessanten vermuteten Zusammenhang des Schachspiels mit astronomischen Anschauungen mehr Gewissheit zu verschaffen. Max Jacobi.



Kleine Mitteilungen.

Die ringförmige Sonnenfinsternis am 11. November 1901 ist in Deutschland nur als partielle Sonnenfinsternis zu sehen. Ihr Verlauf ist bereits in unserer Zeitschrift Jg. 1, S. 104 auf einem besonderen Kärtchen abgebildet. In Berlin erreicht die Phase der Verfinsterung nur $^{3}/_{5}$ des Sonnendurchmessers; doch kann hier nur der Austritt des Mondes früh um $8^{h}\ 11^{m}$ M. E. Z. gesehen werden, da die grösste Phase bereits vor Sonnenaufgang stattfindet. Der Mond wird bei 129,°5 Positionswinkel die Sonne verlassen. An diesem Morgen geht die Sonne um $7^{h}\ 22^{m}$ auf und da ihre Decl. nur $-17^{\circ}\ 18'$ beträgt, so wird bis um $8^{h}\ 11^{m}$, dem Ende der Verfinsterung, die Sonne

*) Die Bedeutung dieser Abhängigkeit der pythagoräischen Anschauungen von Alt-Aegypten glaubt Verfasser in seinem Artikel „Zur Geschichte der vergleichenden Kosmologie und Mythologie“ genügend hervorgehoben zu haben, welcher demnächst im „Philosophischen Jahrbuch“ erscheint.

sich nur wenig über dem Horizont erheben und nur von freien Plätzen zu sehen sein. Die Treptow-Sternwarte wird bereits um 7 Uhr früh an diesem Tage geöffnet sein.

* * *

Die Beobachtung der Leoniden in der Zeit vom 11. bis 17. November ist in diesem Jahre durch das Fehlen des Mondlichts besonders begünstigt. Der Radiationswinkel liegt in der Nähe des Sterns 2. Grösse γ Leonis. Näheres über den November-Sternschnuppenschwarm haben wir bereits im Jg. I, S. 27, und über das Photographieren der Sternschnuppen ebenda S. 25 mitgeteilt.

* * *

Die Elongationszeiten von Mimas. W. J. Hussey bemerkte, dass Mimas, der von William Herschel am 17. September 1789 entdeckte erste innerste Mond des Saturns, seine grösste östliche und westliche Elongation ungefähr 4,2 Stunden früher erreichte, als die in den amerikanischen Ephemeriden angegebene Zeit verlangte. Auf eine Anfrage bei Dr. Harshman, dem Direktor des Nautical Almanic Office, erfuhr Hussey, dass die vorausberechneten Zeiten auf Hall's Elementen beruhten und die Elongationszeiten, berechnet nach Hall's Elementen, folgende Korrektionen erforderten, um auf Struve's Elemente reduziert zu werden:

	h
1900,0	— 3,68
1901,0	— 4,02
1902,0	— 4,37
1903,0	— 4,72
1904,0	— 5,06

Die Elongationszeiten des Mimas für die Jahre 1901—1903 sind in den amerikanischen Ephemeriden noch auf Hall's Elemente bezogen. Diejenigen für 1904 beruhen schon auf Struve's Elementen. Aus Hussey's Messungen scheint hervorzugehen, dass Struve's Elemente die Bewegung [illegible] rstellen, sodass vom Jahre 1904 an die vorausberechneten Elongationszeiten [illegible] beobachtenden nahe übereinstimmen werden.

* * *

Zwei neue Doppelsterne: 66 Tauri und der Hauptstern von Σ 2339. Am 24. Februar 1900 fand W. J. Hussey mit einem 12-Zöller, dass der mit blossem Auge schon sichtbare Stern 66 Tauri ein naher Doppelstern sei, der aus zwei fast gleich hellen Komponenten besteht, die beide 6. Grösse sind. Die Distanz beträgt nur 0,25 Sekunden, der Positionswinkel 23°. Wegen der Gleichheit der beiden Komponenten bleibt der Positionswinkel um 180° unbestimmt.

Ebenso erschien der Hauptstern von Σ 2339 im 12-Zöller nicht ganz rund. Der 36-Zöller zeigte den Stern doppelt und mass Hussey für 1901,61 die Distanz zu 0,2 Sekunden und den Positionswinkel zu 86°. Der hellere von den beiden Sternen ist 8,0., der schwächere 8,2. Grösse. Professor Burnham hat die Neuheit der beiden Doppelsterne bestätigt.

Personalien.

C. M. Gaudibert

(geb. 1823 März 4., gest. 1901 Juni 9. in Vaison, Vaucluse).

Die Amtspflichten als Pastor der reformierten Kirche zu Vaison liessen Gaudibert noch Zeit genug, um sich einen geschätzten Namen als Selenograph unter den Astronomen zu erwerben. Seine zahlreichen Mondzeichnungen und Entdeckungen hat er mit einem selbstgefertigten Spiegelteleskop von 22 cm Oeffnung und 1,65 m Brennweite gemacht.

* * *

F. H. Seares, bisher Dozent der Astronomie an der Universität in Kalifornia, ist zum Professor der Astronomie an die Universität des Staates von Missouri berufen worden. Seares hat sich in den letzten beiden Jahren Studien halber in Berlin und Paris aufgehalten. (Publ. of the Astr. Society of the Pacific.)

* * *

Dr. Karl Schwarzschild, bisher Privatdocent der Astronomie in München, ist als Nachfolger von Schur zum Direktor der Sternwarte und ausserordentlichen Professor an der Universität in Göttingen ernannt worden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 4. Heft. **F. S. Archenhold,** Direktor der Treptow-Sternwarte. **1901 November 15.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).
Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Ueber das Kartenwesen der Schweiz.

Von W. Stavenhagen.

Wenige Länder haben einer Aufnahme durch Messungen länger widerstanden, als die durch erhabene Naturhindernisse ausgezeichnete Schweiz, welche in ihrer Abgeschlossenheit und in dem Jahrhunderte langen Sonderleben der einzelnen Gebiete kaum das Bedürfnis nach einer Karte empfand und dabei der Darstellung oft kaum überwindliche, nicht zuletzt Mut, Kühnheit und Ausdauer in ungewöhnlichem Masse erfordernde Schwierigkeiten in den Weg legte. So fällt hier eine alte und mittlere Zeit der Kartographie, wie sie sich seit den Römertagen so klar z. B. in dem benachbarten Kulturlande Italien unterscheiden lässt, gänzlich aus, ebenso beschränkt sich die Zeichenkunst lediglich auf die Landkarte, da die Berührung mit der See etwas ganz unbekanntes war. Auch kann die Verfertigung von Erdgemälden nur bei solchen Völkern wirklich gedeihen, wo die darstellende Kunst eine höhere Ausbildung, namentlich — wie das bei den Italienern, den Deutschen und den Niederländern der Fall war — durch hervorragende Malerschulen erfahren hat. Alle diese Vorbedingungen fehlten meist bei der Schweiz, die doch heute mit an der Spitze der europäischen Kartographie steht. Erst als die Schweiz ein begehrtes Reiseziel wurde, als Konrad Gessner in begeisterter Sprache die Wunder der Alpenwelt pries und an Jacobus Avienus schrieb: „*Sapientiae studiosi pergent, terrestris hujus paradisi spectacula corpsereis animique oculis contemplari*“ brach sich die Erkenntnis Bahn, dass der erste Zweck des Reisens, die Erwerbung einer guten Orts- und Landeskunde, wenn nicht bedingt, so doch mächtig gefördert wird durch das Dasein und den Gebrauch geeigneter Karten des unbekannten Gebiets. Im wissenschaftlichen Sinne lösbar wurde die schwierige Aufgabe einer wirklichen Landesaufnahme der Schweiz natürlich erst, als eine genaue geodätische Netzlegung die horizontalen Ausdehnungen, zahlreiche und sichere Höhenmessungen, die Erhebungen des Landes festzustellen und in Verbindung mit feinster Ausbildung der Zeichentheorie auszudrücken ermöglichten. Die älteren kartographischen Darstellungen der Schweiz fallen in die Zeit der Wiedererweckung des Ptolemäus und der Erfindung des Buch- und Plattendrucks. Es sind zunächst mehr oder

minder schwache Versuche, hauptsächlich Schweizer Gelehrter, oder in sehr beschränkter Räumlichkeit noch heute einen gewissen Wert habende Teilwerke zu rein wissenschaftlichen Zwecken. War doch die bis etwa 1750 dauernde erste Periode des Reisens die des wissenschaftlichen Forschens und Entdeckens. Der erste Versuch einer Landtafel der Schweiz rührt von dem Züricher Arzt und Mathematiker Konrad Türst her, der dieselbe als Beilage zu seiner *„de situ confoederatorum descriptio“* 1495 bis 1497 erscheinen liess. Dann aber danken wir die älteste, vom Jahre 1538 herrührende Karte der Schweiz in vier Blättern 1 : 400 000 dem berühmten Glarner Historiker Aegidius Tschudi (1502 bis 1572), der sich als begeisterter Wanderer für die topographischen Verhältnisse seines Vaterlandes lebhaft interessierte. Dieses treffliche Werk, von dem 1560 eine grosse Auflage erschien*), zeigt bereits eine bessere Kenntnis der (in Tannenzapfenmanier dargestellten) Gebirge und der Thäler des Wallis, Tessin's und Bünden's als selbst die Karten der ersten Zeit des 19. Jahrhunderts. Die Orientierung ist noch wie damals überhaupt, namentlich bei den Erdbildern der Araber und der italienischen Kompas-Karten, üblich nach Süden, als der astronomisch vornehmeren Gegend. Erst die Zeit der Globenanfertigung brachte auch in dieser Beziehung in der Schweiz eine Aenderung, besonders als Henricus Glareanus aus Freiburg in seinem *„de Geografia Liber unus“* (*Basileae 1527*) die erste Anleitung zur Zeichnung der Kugelstreifen, mit denen ein Globus überzogen wird, gegeben und damit dieser Kunst die Wege geebnet. Auf Tschudi's Arbeiten stützt sich hinsichtlich der Schweiz dann der Baseler Professor und Kosmograph Sebastian Münster (ein geborener Ingelheimer), welcher 1544 in seiner *„Cosmographia,* Beschreibung aller Länder, Herrschaften und fürnembsten Stellen des ganzen Erdbodens“, durch seine allgemeinen und speziellen Karten, Stadtansichten aus der Vogelschau, Abbildungen naturhistorischer Gegenstände und seinen geschichtlich-geographischen (anthropogeographischen) Text ein für das gesamte deutsche Kartenwesen überhaupt epochemachendes Werk schuf. Freilich konnte er, obwohl er manche Gebiete der Schweiz, wie das Hauptthal des Wallis sowie den Gotthardt, in eigener Anschauung kennen gelernt, ihr nur einen sehr bescheidenen Raum in seinem aus 26 Karten bestehenden Werk gönnen. Die Zeichnung ist noch recht kindlich. Das Land ist mit dreieckigen Bergen bedeckt, zwischen denen Waldgebüsche stehen und Ströme sich hindurchwinden. Auf den Alpen stehen Gemsen und Bären so gross wie ganze Dörfer und Städte. Allein manches ist doch ganz richtig aufgefasst, so z. B. die Lage und das Grössenverhältnis des Thuner zum Brienzer See**). Von dieser *Cosmographia* erschienen 1550 die erste lateinische, 1552 eine französische und 1558 eine italienische Ausgabe. Auch der bei Christoph Froschower gedruckten „Gemeiner löblicher Eidgenossenschaft Stetten, Lande und Völker chronikwirdiger Thaaten-Beschreibung“ des biederen Stammheimer Pfarrers Johannes Stumpf, der sogen. „Schwyzer Chronik von 1546“ sei hier gedacht, weil sie eine Uebersichtskarte und die ersten acht Spezialkarten der Schweiz schmücken, die freilich ebenfalls sich auf Tschudi's Werk gründen. Sie wurde 1587 und 1606 neu aufgelegt. Bedeutender, ja ein Meisterwerk der Zeit, ist die Züricher Kantonkarte, welche der Mathematiker und Glasmaler Hans Konrad Gyger 1657 herausgab***). Als

*) Ein Exemplar ist in der Baseler Universitäts-Bibliothek vorhanden. Eine photolithographische Kopie ist bei Hofer & Burger in Zürich erschienen.

**) Die 1. lateinische Ausgabe erschien 1550, eine französische 1552, eine italienische 1558.

***) Facsimile-Wiedergabe von Hofer & Burger, Zürich 1891.

dann durch Merkators Reform der Kartographie die auf wirkliche Vermessungen sich gründende Spezialkarte immer häufiger wurde, erstand auch der Schweiz in den „*Novae Helvetiae Tabula geographia*“ des ausgezeichneten Züricher Naturforschers Joh. Jacob Scheuchzer (1672 bis 1733) eine Darstellung, die ein halbes Jahrhundert weitaus die gesuchteste blieb. Diese 4 Blatt in 1 : 375 000, welche Huber und Schalch gestochen haben, waren die Frucht von neun Alpenreisen dieses in glühender Begeisterung für seine Wissenschaft lebenden Mannes, der „an dergleichen wilden und einsamen Orten grössere Belustigung und mehr Eifer zur Aufmerkung spürte, als bei den Füssen des grossen Aristoteles, Epicur und Cartesius“. Sie sind 1712 entstanden, 1723 dem noch heute lesenswerten, grundgelehrten vierbändigen Werk dieses zweiten Gessner „*Itinera alpines*“ beigelegt und 1765 in neuer Auflage erschienen. Sie machten dann immer mehr dem 1770 veröffentlichten „*Atlas novus Reipublicae Helvetiae XX mappis compositus, sumptibus Hommanianis Heridibus Norimbergae*“ (von 1769) des kartographisch fruchtbaren, wenn auch nicht sehr gründlichen Pfarrers Gabriel Walser Platz, der bereits 1753 eine Karte von den Kantonen Luzern, Uri, Schwyz und Unterwalden hatte erscheinen lassen. Erwähnung verdient auch das älteste Alpenpanorama, das wir kennen, der von Michéli du Crest im Aarburger Gefängnis entworfene „*Prospect géométrique des montagnes neigées, dites Gletscher, depuis le château d'Aarbourg*“. Diese von T. C. Lotter 1755 gestochenen Projektionen auf vertikaler Zeichenfläche, sowie die in drei Dimensionen ausgeführten reliefartigen Abbildungen der Alpenwelt ergänzen gut die topographische Karte. Letzteres gilt auch von der ersten Reliefkarte der Mittelschweiz, die der Schweizer General F. L. Pfyffer 1785 vollendete.

Immerhin stehen alle genannten Leistungen doch noch auf einem bescheidenen Standpunkt der Gerippzeichenkunst, sind ohne das erläuternde Bei- und Zierwerk von Malerei und Federzeichnung, sowie den beschreibenden Text in vielen Teilen schwer oder kaum verständlich und in folge Mangels einer politischen Grundlage von keinem erheblichen wissenschaftlichen Wert. Das wurde natürlich auch in der Schweiz mit dem durch Cassini eingeleiteten Zeitalter der geodätischen und topographischen Aufnahmen anders. Nachdem schon in der Mitte des 18. Jahrhunderts der Genfer J. B. Michéli trigonometrische Messungen gemacht, auch von Tralles und Fehr, Treschel, Huber, Osterwald, Peyer, Walkers und Michaelis Triangulierungen in einzelnen Kantonen vorgenommen waren, ist der 1786 bis 1802 entstandene „*Atlas Suisse*“ in 16 Kupferblättern 1 : 115 200 von J. H. Weiss und Joh. Eugen Müller in Aarau, der der Hochherzigkeit des Aarauer Senators Meyer zu verdanken ist, das erste wissenschaftliche, d. h. sich auf genaue Messungen und Erkundigungen aufbauende Schweizer Kartenwerk und vor dem Dufour-Atlas auch das beste topographische. Es wurde trotz mancher Fehler im Gerippe, übertriebener Anwendung der schrägen (seitlichen) Beleuchtung und der Armut in den topographischen Einzelheiten bahnbrechend. Neben ihm müssen wir auch noch einer Reihe von recht guten und gerade für die Kenntnis des Schweizer Landes wichtigen „Reisekarten“ gedenken, so zunächst der von Haas in Basel 1785, dann der von H. Keller 1813, die 1830 eine grössere Ausgabe 1 : 450 000 auf einem Blatt mit 14 Plänen und 3 Seiten Erläuterungen, bis 1870 noch mehrere Auflagen erlebte und eine zeitlang ähnlich wie einst (1793) des Preussen, später Züricher Ehrenbürgers J. G. Ebel durch gediegene und geistvolle Stoffbehandlung berühmte „Anleitung, die Schweiz zu bereisen“ als Reiseführer (ebenso als Wandkarte) ein wahres Monopol behauptete.

bis sie die Bollmann'sche und andere Karten verdrängten. Die Keller'sche Karte ist von vorzüglicher Klarheit und Uebersichtlichkeit und dadurch ein Muster für ähnliche Unternehmungen, wenn auch das orographische Bild zu wünschen übrig lässt. Schon an der Schwelle der Neuzeit und sie hoffnungsvoll einleitend steht dann die ausgezeichnete, trefflich gestochene „Post-, Eisenbahn- und Dampfschiffkarte der Schweiz" auf 1 Blatt mit 5 Stadtplänen von 1856, weil bei ihr die Gebirgsdarstellung schon eine sehr gelungene ist. Das Gleiche gilt von dem zu Freiburg i. Br. erschienenen Wörl'schen Atlas (von Südwest-Deuschland), der Schweiz (und Tirol) 1 : 200 000, dem des gleichen Verfassers Atlas von Centraleuropa 1 : 500 000 von 1830 folgte, weniger, weil zwar sehr kunstvoll gestochen, aber überladen und unübersichtlich, von der auf 1 Blatt in 1 : 400 000 zu Paris erschienenen „*Carte topographique et routière de la Suisse et des contrées limitrophes, dressée et dessinée par J. F. d'Osterwald*" 1851. Ganz zu der durch vollendete Höhendarstellung und sehr fortgeschrittene Technik in der Wiedergabe der Karten charakterisierten Neuzeit der Kartographie gehört dann die beste Generalkarte ihrer Zeit, die in 4 Blättern 1 : 380 000 mit Erläuterungen und einem Höhenregister von Jac. Melchior Ziegler (geb. 1801, † 1883), dem verdienten Gründer der lithographischen Anstalt Wurster & Co. in Winterthur 1852 veröffentlicht wurde. Diese hypsometrische Karte*) beruht auf dem besten topographischen Material, zeichnet sich durch charaktervolle, ja kühne Gebirgsdarstellung und geniale Beherrschung des Stoffs aus und ist so recht zum praktischen Gebrauch geeignet. Sie bildet auch die Grundlage der meisterhaften geologischen Karte von Studer und Escher von der Linth, die 1853 begonnen wurde. Hervorragend, schon weil zum ersten Male das gesamte Alpenland in einheitlichem Massstabe zur Darstellung gelangt, ist ferner der „Atlas der Alpenländer" 1 : 450 000 von J. G. Mayr. Von den 9 Blatt dieses 1858 bei Justus Perthes erschienenen Werks, das sich durch gute Gruppierung des reichen Stoffs, durch plastische und harmonische Ausführung auszeichnet, gehören die beiden ersten Hauptblätter der Schweiz an. Endlich sei — ehe wir von dieser ausschliesslich der Privatkartographie gehörigen älteren Zeit des Schweizer Kartenwesens scheiden — noch der Karte des Kantons Zürich in 32 Blatt 1 : 28 000 ehrenvoll gedacht, welche Joh. Wild 1865 veröffentlicht hat, weil sie der Vorläufer der offiziellen Messtischblätter geworden und zum ersten Mal als Originalaufnahme praktisch in aller geometrischen Richtigkeit das Gelände in Niveaulinien darstellt, damit den Bedürfnissen sowohl des Soldaten wie des Technikers Rechnung trägt.

Die eigentliche Neuzeit ist für die Schweiz nun dadurch besonders gekennzeichnet, dass in ihr die offizielle Kartographie geboren wurde. Schon mit Beginn des 19. Jahrhunderts wandten einzelne Kanton-Regierungen ihre Aufmerksamkeit der Herstellung auf trigonometrischen Vorarbeiten gegründeter Karten zu. In Neuenburg, Bern, Basel u. s. w. entstanden nach den verschiedensten Gesichtspunkten und Grundsätzen hergestellte Blätter, die mit ihren mannigfaltigen Darstellungsweisen für die kartographische Wissenschaft wie durch ihren Stoffreichtum auch für die Kenntnis einzelner Teile der Schweiz sehr wichtig, wenn auch von ungleichem Wert sind. Sie waren teils in Kupfer, teils in Stein gestochen, schwarz oder farbig, mit oder ohne Höhenschichtlinien, manche in zweierlei Ausgaben. Eine der vollendetsten war die äusserst naturwahre Karte von St. Gallen und Appenzell auf 16 Blatt, welche der schon erwähnte verdiente

*) Die erste wirkliche Höhenkurvenkarte ist bekanntlich 1771 von dem Genfer Ducarla der französischen Academie vorgelegt worden und stellte eine imaginäre Insel dar.

Geograph Jacob Melchior Ziegler bearbeitet und die förmlich Schule in der Schweizer Kartographie gemacht hat. Dieser besonders durch Pestalozzi's Bestrebungen, die Lehre durch die Anschauung zu unterstützen, und durch seinen kartographischen Lehrer G. H. Dufour beeinflusste Mann hatte sich durch jahrelange Studien eine genaue Kenntnis jener Gebiete erworben und wurde durch hervorragende Geologen, wie Arnold Escher v. d. Linth, ferner Leopold v. Buch, durch Gelehrte und Geographen, wie A. v. Humboldt, Karl Ritter u. A., beratend unterstützt. Durch mehrere Schriften giebt er über die Geschichte seines Werks und die dabei befolgten Gesichtspunkte interessanten Aufschluss*). Aber erst das Eingreifen der eidgenössischen Tagsatzung, welche 1832 der Militärbehörde die Herstellung einer topographischen Spezialkarte der ganzen Schweiz übertrug, verschaffte dem Schweizer Kartenwesen die wirklich moderne wissenschaftliche Grundlage. Unter Oberleitung des General-Quartiermeisters, des damaligen Obersten, späteren Genie-Generals Guillaume Henri Dufour**), eines um die Schweiz wie um die Kartographie hochverdienten Mannes, begann die Vermessung des Landes. Vom 22. September bis 10. November 1834 wurde bei Walperswyl (Aarberg) zunächst eine 40 189 Fuss lange Basis, ebenso bei Zürich (Silberg) eine 3360 m lange mit dem Apparat Oeri durch Horner und Pestalozzi gemessen. Daran schlossen sich 1834 bis 1838 die Legung des Dreiecksnetzes erster Ordnung und der sekundären Triangulierungen und Einzelaufnahmen mit solchem Eifer, dass bereits 1842 die ersten Blätter der Karte erscheinen und sie 1863 vollendet werden konnte. (Fortsetzung folgt.)



Die Sehnentafeln der griechischen Astronomen.

Von F. Hultsch.

Im I. Buche seiner Syntaxis (Almagest) giebt Ptolemaeus bekanntlich eine Uebersicht der „Geraden im Kreise“, d. i. der Sehnen***). In der ersten Rubrik dieser Tafeln werden die Winkel von 0°30′ an, je um einen halben Grad bis 180° aufsteigend, angeführt. Dann folgen die Verhältnisse jeder zugehörigen Sehne zum Diameter, ausgerechnet nach Einhundertzwanzigsteln desselben und den ersten und zweiten Sechzigsteln der Einhundertzwanzigstel. Die erstgenannten Teile des Diameters bezeichnet Ptolemaeus (p. 47,7 Heiberg) als τμήματα, Abschnitte. Wir werden die Zahlenbeträge dieser Abschnitte als so und soviele Ganze verzeichnen und davon die ersten und zweiten Sechzigstel durch Beifügung der römischen Ziffern I und II unterscheiden. Das Fehlen des Zahlenbe-

---

*) Er hat auch eine Abhandlung „Ueber topographische Karten in grossem Massstabe“ 1862 in Zürich erscheinen lassen (mit 4 Karten).

**) Geboren 17. September 1787 zu Constanz, verdankte er seine militärwissenschaftliche Bildung Frankreich. Er wurde nach kurzen medizinischen Studien in Genf, auf der polytechnischen Schule zu Paris und auf der Applikationsschule zu Metz als Genie-Offizier ausgebildet. Als solcher leistete er Napoleon seine Dienste, bis er 1817 in sein Vaterland zurückkehrte. Besonders befreundet war er mit seinem Schüler Napoleon III.

***) Claudii Ptolemaei opera ed. Heiberg I p. 48—63. Vgl. Ideler, Ueber die Trigonometrie der Alten in Zach's Monatl. Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde, Bd. XXVI (1812) S. 3 ff. Cantor, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik I² S. 388 ff. Zeuthen, Gesch. der Mathem. S 230 f.



trages in einer Columne der Ganzen oder der Sechzigstel wird durch 0, ähnlich wie bei Ptolemaeus durch O, kenntlich gemacht werden. In der dritten Rubrik der griechischen Tafeln sind die Beträge, um welche die Sehne für jede Minute des Winkels anwächst, ebenfalls in sexagesimalen Teilen, verzeichnet. Da jeder dieser Beträge gleich $^1/_{30}$ des Zuwachses für einen halben Grad sein soll, so könnte man erwarten, dass die hier überlieferten Zahlen ihre volle Bestätigung finden müssten, wenn man die aus der zweiten Rubrik ermittelte Differenz durch 30 dividirt, und dass umgekehrt, wenn es sich um die Kontrolle einer Zahl in der zweiten Rubrik handelt, der 30fache Betrag der dritten Rubrik die richtige Lesart der Zahlen der zweiten Rubrik an die Hand geben würde. Dennoch finden sich vielfach kleine Abweichungen, aus denen hervorgeht, dass die Abrundungen der zweiten Sechzigstel in der zweiten Rubrik und die der dritten Sechzigstel in der dritten Rubrik nicht überall genau festgestellt worden sind.

Die Berechnung der Sehnen nach ihren Verhältnissen zu dem = 1 gesetzten Diameter ist auf Hipparch zurückzuführen. Ich habe für diese hipparchische Winkelfunction, welche nichts anderes als den Sinus des halben Winkels bedeutet, die Bezeichnung $\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}$ vorgeschlagen*). Nach der Ueberlieferung bei Ptolemaeus (I p. 54,9 f.) sind

$$\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\ 71^0 30' = 70\ \ 6^{I}\ 36^{II}$$

$$\text{-}\qquad 72^0 = 70\ 32^{I}\ 4^{II};$$

mithin ergiebt sich von $71^1/_2{}^0$ bis 72^0 ein Zuwachs von 0 25^{I} 28^{II} und für jede Minute ein Mehr von 0 0^{I} 50^{II} 56^{III}. Allein die handschriftliche Ueberlieferung bietet O O ν νε, d. i. 1 drittes Sechzigstel weniger, als aus den Beträgen der zweiten Rubrik zu berechnen war. Daraus folgt, dass in der zweiten Rubrik in der Columne der zweiten Sechzigstel entweder die Zahl 36 um 1 zu erhöhen oder die Zahl 4 um 1 zu vermindern sein würde.

Die Bestätigung dieser Alternative und zugleich die richtige Entscheidung entnehmen wir aus einer anderen Stelle des Ptolemaeus. Unter den Beweisführungen, welche Ptolemaeus den Sehnentafeln vorausschickt, findet sich (p. 34 f.) der Nachweis, dass das Quadrat der Sehne zum Winkel von 72^0 = 4975 4^{I} 15^{II} zu setzen ist. Daraus wird die Wurzel gezogen und die Sehne mit richtiger Annäherung auf 70 32^{I} 3^{II} berechnet. Dieser Wert ist nur um 3 dritte Sechzigstel zu klein, weicht also vom wirklichen Werte weit weniger ab als der in den Sehnentafeln (p. 54,10) verzeichnete Betrag von 70 32^{I} 4^{II}, der um nahezu 57 dritte Sechzigstel zu hoch ist. Ferner erhalten wir nun von der Sehne zu $71^1/_2{}^0$ bis zur Sehne zu 72^0 den Zuwachs von 0 0^{I} 50^{II} 54^{III}, was ebenfalls richtiger ist als die in den Sehnentafeln verzeichneten 0 0^{I} 50^{II} 55^{III}. Wäre nun der Berechner des richtigeren, in der Einleitung zu den Sehnentafeln überlieferten

*) Winkelmessungen durch die hipparchische Dioptra, Abhandl. zur Gesch. der Mathematik IX (1899) S. 199 f. (bei Anm. 16 hat sich in den Druck der Fehler $\frac{\sin.\ \omega}{2}$ statt $\sin.\frac{\omega}{2}$ eingeschlichen). Die Neueren pflegen die Sehne eines Winkels nach ihrem Verhältnis zu dem = 1 gesetzten Radius auszudrücken (Ideler a. a O. S. 22. Tannery Hist. de l'astronomie S. 62.1) Doch ist in Vega's logarithmisch-trigonometrischen Tafeln herausg. von Hülsse. Leipzig 1849. S. 351 ff. die Berechnung der Sehnen auf den Radius = 500, mithin auf den Diameter = 1000 gestellt. Setzen wir statt dessen den Diameter = 1 und ordnen die Vega'schen Zahlen als entsprechende dezimale Teile ein (z. B. Sehne zu 12^0 = 0,104528), so erhalten wir, abgesehen von einigen kleinen Abweichungen an sechster Stelle, die dezimalen Umrechnungen der in den griechischen Tafeln überlieferten Werte.

Wertes Ptolemaeus selbst gewesen, so würde es unerklärlich sein, dass er bald darauf in den Sehnentafeln selbst zwei falsche Werte eingefügt hätte; es ist also anzunehmen, dass er beide Stellen aus älteren Schriftwerken entlehnt hat. Aus der einen Quelle, die er in der Einleitung zu den Sehnentafeln benutzte, hat er den richtig angenäherten Wurzelwert 70 32^{I} 3^{II} mit herübergenommen, aus der anderen, relativ jüngeren Quelle hat er das grosse Verzeichnis der Sehnen, mit allen den kleinen Fehlern, die in dieses sich eingeschlichen hatten, seiner Syntaxis einverleibt. Denn an eine Verbesserung zu 54, 10 des Textes der Sehnentafeln ist nicht zu denken, da Ptolemaeus selbst später (p. 122, 4. 10) die unrichtige Annäherung 70 32^{I} 4^{II} wiederholt.

Wir vergleichen nun die im griechischen Texte überlieferten Werte mit den genaueren Ausrechnungen der Neuzeit. Nach der von Ptolemäus p. 35, 1. 3 benutzten Quelle ist

$$\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\, 72^0 = \frac{70}{120} + \frac{32}{120.60} + \frac{3}{120.60^2} = 0{,}5877847,$$

ferner nach den Sehnentafeln p. 54, 10

$$= \frac{70}{120} + \frac{32}{120.60} + \frac{4}{120.60^2} = 0{,}5877870,$$

endlich nach den neueren Ausrechnungen

$$\sin.\ 36^0 \ldots\ldots\ldots = 0{,}5877853.$$

Demnach ist der aus einer älteren Quelle p. 35, 1. 3 wiederholte Betrag nur um 0,0000006 zu klein, während in den Sehnentafeln ein um 0,0000017 zu grosser Wert verzeichnet ist. Ja, wenn wir die Ausrechnungen mit der sechsten Stelle hinter dem Komma abschliessen, so stimmt der erstere Wert mit dem bis zu dieser Stelle angenäherten wirklichen Werte überein, während der andere, in den Sehnentafeln verzeichnete Wert um 0,000002 zu gross erscheint.

Hiernach wird auch die p. 48, 6 überlieferte Ausrechnung von

$$\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\, 2^0 = \beta\ \varepsilon\ \mu = \frac{2}{120} + \frac{5}{120.60} + \frac{40}{120.60^2} = 0{,}017454$$

zu beurteilen sein. Dieser Wert ist, verglichen mit sin. $1^0 = 0{,}017452$ nahezu um 0,000002 zu gross. Setzen wir jedoch statt $\mu = 40$ die Zahl $\lambda\vartheta = 39$ ein, so erhalten wir mit $\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\, 2^0 = 0{,}017451$ einen Betrag, der gegen sin. 1^0 nur um 0,000001 zu klein ist. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass auch an dieser Stelle der Sehnentafel ein ähnlicher Fehler, wie er vor kurzem aufgedeckt wurde, sich eingeschlichen hat, und weiter dürfen wir annehmen, dass der besser angenäherte Wert $\lambda\vartheta$ bei demselben Autor zu finden gewesen ist, der $\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\, 72^0$ richtig bestimmt hatte. Aus welchem Grunde dann in die Sehnentafel statt $\lambda\vartheta$ ein μ kam, ist leicht ersichtlich. Vom Anfang der Tafeln bis zur Sehne zu $2^0\, 30'$ war der Zuwachs auf je einen halben Grad, wenn man die richtigen Annäherungen erreichen wollte, dreimal zu 0 31^{I} 25^{II} = 0,004363 und einmal zu 0 31^{I} 24^{II} = 0,004 361 anzusetzen und zwar musste an erster und zweiter Stelle ein Zuwachs von je 0 31^{I} 25^{II}, an dritter Stelle ein solcher von 0 31^{I} 24^{II}, endlich an vierter Stelle wieder ein Mehr von 0 31^{I} 25^{II} gerechnet werden. Nahm man es dagegen mit den Annäherungen weniger genau und achtete mehr

auf eine gewisse Symmetrie der Tafeln, so konnte man dreimal hinter einander $0\ 31^{I}\ 25^{II}$ und erst an vierter Stelle $0\ 31^{I}\ 24^{II}$ berechnen. Diese Anordnung hat der Autor, von dem Ptolemäus die Sehnentafeln entlehnte, bevorzugt wie er auch das Streben nach möglichster Symmetrie dadurch bekundet hat, dass er in der dritten Rubrik den Zuwachs für je 1 Minute zuerst viermal hinter einander auf $0\ 1^{I}\ 2^{II}\ 50^{III}$, dann dreimal auf $0\ 1^{I}\ 2^{II}\ 48^{III}$, und hierauf zweimal auf $0\ 1^{I}\ 2^{II}\ 47^{III}$ angesetzt hat.

Für die Sehne zu 9^0 sind bei Heiberg p. 48,20 θ κδ να $= 9\ 24^{I}\ 51^{II}$ verzeichnet. Damit stimmt aber nicht die in derselben Zeile für 1 Minute angesetzte Differenz $0\ 1^{I}\ 2^{II}\ 38^{III}$; denn wenn wir diese, um die Differenz für den halben Grad zu gewinnen, 30 mal nehmen und das Product $= 0\ 31^{I}\ 19^{II}$ von $\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\ 9^0\ 30' = 9\ 56^{I}\ 13^{II}$ abziehen, so erhalten wir für $\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\ 9^0$ den Wert $9\ 24^{I}\ 54^{II}$ oder in griechischen Zahlzeichen θ κδ νδ, und so steht in der That in der von Heiberg mit D bezeichneten Handschrift (cod. Vatic. Gr. 180) wie auch in der Baseler Ausgabe v. J. 1538 und in dem Texte von Halma. Der neueste Herausgeber des Almagest hat sich das grosse Verdienst erworben, den Text nach der besten Ueberlieferung herzustellen; allein er bemerkt am Ende der Vorrede zum I. Bande ausdrücklich: *horum codicum ope verba Ptolemaei talia restitui posse confido, qualia a viris doctis Alexandriae anno circiter 500 legerentur.* Indes hat sich nach Citaten bei Pappus und Theon, mit denen die Handschrift D vielfach übereinstimmt, herausgestellt, dass die gegen Ende des 5. Jahrhunderts in Alexandria verbreiteten Ausgaben des Almagest eine jüngere Ueberarbeitung des ptolemäischen Textes dargestellt haben, in welcher der ursprüngliche und richtige Text zum Teil recht auffällig abgeändert war. So hat auch an der erwähnten Stelle der Sehnentafeln im echten Texte νδ gestanden. Auch die Vergleichung mit den neueren Ausrechnungen bestätigt dies. Der soeben bei Ptolemaeus wiederhergestellte Betrag θ κδ νδ, d. i. $\frac{9}{120} + \frac{24}{120.60} + \frac{54}{120.60^2} = 0{,}0784583$ ist, verglichen mit sin. $4^0\ 30' = 0{,}0784591$, um weniger als 0,000001 zu klein, während die Lesart θ κδ να auf den Betrag 0,0784514 führen würde. Das wären nahezu 0,000008 zu wenig; ein so grosser Fehler aber würde das zulässige Mass der Abweichungen weit überschreiten. Denn die in den griechischen Tafeln verzeichneten oder von uns im Vorhergehenden wiederhergestellten Werte weichen in der Regel nur um 0,000001 von den entsprechenden Sinuszahlen ab, und zwar ist der Fehler meistens kleiner als 0,000001, oder es findet auch volle Uebereinstimmung bis zur siebenten Stelle statt. Ausnahmsweise habe ich bei

$$\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\ 18^0 = \text{ιη μς ιθ} = \frac{18}{120} + \frac{46}{120.60} + \frac{19}{120.60^2} = 0{,}1564329,$$

im Vergleich mit sin. $9^0 = 0{,}1564345$, ein Zuviel von nahezu 0,0000016 gefunden. Immerhin ist es möglich, dass auch hier, wie oben zu $\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\ 72^0$, in einer älteren Quelle der richtigere Betrag ιη μς κ $= 0{,}1564352$ vorgelegen hat. Denn nach der überlieferten Lesart erhalten wir von 18^0 bis $18\frac{1}{2}^0$ einen Zuwachs von $0\ 31^{I}\ 2^{II}$ und berechnen daraus als Differenz für 1 Minute $0\ 1^{I}\ 2^{II}\ 4^{III}$. Im

griechischen Texte aber sind $0\ 1^{I}\ 2^{II}\ 2^{III}$ verzeichnet und dies stimmt nur mit der verbesserten Lesart ϰ, nicht mit ιϑ*).

Um die richtigen Abrundungen sowohl für die Sehnen als auch für die Minutendifferenzen zu finden, musste unter Umständen die Sehne bis zu den dritten Sechzigsteln ausgerechnet werden. Die Tafeln bei Ptolemaeus weisen von $\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\ 22^{0}$ bis $22^{1}/_{2}{}^{0}$ einen Zuwachs von $0\ 30^{I}\ 50^{II}$ nach. Dies würde für 1 Minute die Differenz $0\ 1^{I}\ 1^{II}\ 40^{III}$ ergeben; allein im griechischen Texte sind nur $0\ 1^{I}\ 1^{II}\ 39^{III}$ verzeichnet. Dieser Widerspruch erledigt sich sofort, wenn wir die erwähnten Sehnen nach den neueren Ausrechnungen bis zu den dritten Sechzigsteln bestimmen, nämlich

$$\frac{\text{chord.}}{\text{diam}}\ 22^{0} = 0{,}1908090 = 22\ 53^{I}\ 49^{II}\ 29^{III}$$

$$-\quad 22^{1}/_{2}{}^{0} = 0{,}1950903 = 23\ 24^{I}\ 39^{II}\ 0^{III}.$$

Danach berechnen sich als Zuwachs für den halben Grad $0\ 30^{I}\ 49^{II}\ 31^{III}$ und als Differenz für 1 Minute $0\ 1^{I}\ 1^{II}\ 39^{III}$. Diese Differenz ist bei Ptolemaeus p. 49, 46 richtig überliefert, während der von uns bis zu den dritten Sechzigsteln ausgerechnete Betrag der Sehne zu 22^{0} nur in der abgekürzten Form $22\ 53^{I}\ 49^{II}$ zur Erscheinung kommen konnte. Aber vor Feststellung der ptolemäischen Tafeln muss einst dieselbe genauere Ausrechnung erfolgt sein, die wir soeben nachgewiesen haben.

In der That ist bei Ptolemaeus das Kapitel „über die Grösse der Geraden im Kreise“ (I p. 31—47) lediglich eine zusammenfassende Darstellung der Hauptergebnisse aus zwei umfänglichen Werken des Hipparch und Menelaos. Ersterer hatte die *πραγματεία τῶν ἐν κύκλῳ εὐθειῶν* in nicht weniger als 12 Büchern behandelt; der letztere konnte, indem er auf Hipparch fusste, diese Disciplin schon in eine viel kürzere Form bringen, denn er hat darüber nur halb so viele Bücher wie sein Vorgänger verfasst**). Zu einem grossen Teile mögen beide Werke über die verschiedenen Anwendungen der Sehnentheorie auf astronomischem Gebiete gehandelt haben, aber ein nicht allzu kleiner Raum ist gewiss den grundlegenden Sätzen und der Berechnung der Sehnen gewidmet gewesen. Ohne Zweifel hat dieser Teil des Werkes des Menelaos mit einer ähnlichen Sehnentafel wie bei Ptolemaeus abgeschlossen, und dass eine solche auch schon in der Pragmateia des Hipparch sich vorgefunden habe, darf als wahrscheinlich gelten. Ptolemaeus brauchte die Sehnen nicht neu zu berechnen, sondern nur die Sehnentafel des Menelaos zu wiederholen, und auch die vorher erwähnte Zusammenfassung der grundlegenden Sätze war durch die im Vergleich mit Hipparch kürzere Darstellung des Menelaos vorbereitet worden. Die Blütezeit des letzteren fällt etwa ein halbes Jahrhundert vor Ptolemaeus und weiter sind $2^{1}/_{2}$ Jahrhunderte zurück bis Hipparch zu rechnen. In diesem langen Zeitraume hatten sich in die von Menelaos redigiernte Sehnentafeln, wie auch später noch in

*) Da $0\ 1^{I}\ 2^{II}\ 2^{III} \times 30 = 0\ 31^{I}\ 1^{II}$ ist, so ziehen wir dies von dem richtig überlieferten Wert für $\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\ 18^{0}\ 30' = 19\ 17^{I}\ 21^{II}$ ab und erhalten mit $18\ 46^{I}\ 20^{II}$ die für $\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}\ 18^{0}$ vorausgesetzte Annäherung.

**) Theon zu Ptolem. Almagest I p. 110 Halma, wo statt ἔτι τὲ, wie in der Baseler Ausg. und bei Halma steht, ἔτι δὲ zu verbessern ist. Nach dem Vorgange Hipparchs bezeichnet auch Ptolemaeus p. 46, 21 das ganze Verfahren zur Berechnung der Sehnen als *πραγματεία τῶν ἐν τῷ κύκλῳ εὐθειῶν*.

deren Abschriften bis zur Zeit des Ptolemaeus, teils durch das Versehen der Abschreiber*), teils durch das Streben, in den aufsteigenden Reihen der Sehnenfunctionen oder in den absteigenden Werten der Minutendifferenzen eine gewisse Symmetrie herzustellen, einige Fehler eingeschlichen. Nachweisen konnten wir noch die in der Sehnentafel des Ptolemaeus beim Winkel von 72° überlieferte Abweichung. Die richtige, an anderer Stelle durch einen glücklichen Zufall uns erhaltene Ausrechnung rührt nach aller Wahrscheinlichkeit von Hipparch her, unter dessen vorbereitenden Sätzen die Bestimmung der Sehne zum Winkel von 72° nicht gefehlt haben kann. Auch andere Ausrechnungen sind bei Hipparch wohl von den kleinen Fehlern frei gewesen, die wir jetzt in der Sehnentafel vorfinden. Die Beträge der Sehne zu 0° 30′ bis etwa 0° 34′ und die Differenzen für je eine Secunde haben ihm bei dem Gebrauche seiner Dioptra vorgelegen**); ausserdem muss er in seinen verschiedenen astronomischen Werken oft genug Anlass gefunden haben, von einem Winkel auf seine Sehne oder umgekehrt von der Sehne auf den Winkel zu kommen, und dazu bedurfte es fertig ausgearbeiteter

---

*) Dass bisweilen Schreibfehler bei den Zahlen der Sehnentafeln untergelaufen sind, deutet Ptolem. Ip. 47, 14—16 an.

**) Vgl. Winkelmessungen durch die hipparchische Dioptra a. a. O. S. 204 ff. Aus den von mir zugänglich gemachten handschriftlichen Quellen liess sich nachweisen, dass Ptolemaeus erstens dem Verfahren des Hipparch bei den Messungen kleinster Winkel nicht die gebührende Beachtung geschenkt (ebd. S. 206 f.) und zweitens die Entdeckungen seines Vorgängers über die Grösse und Entfernung der Sonne mit Unrecht bei Seite gelassen hat (vgl. „Hipparchos über die Grösse und Entfernung der Sonne“, Berichte der philol.-histor. Klasse der Leipziger Gesellsch. der Wissensch. 1900 S. 193 ff.). Nach diesen und anderen langjährigen Beobachtungen war ich in dem kurzen Aufsatze, der einen Abschnitt aus der Geschichte der alten Astronomie in allgemein verständlicher Form behandelte (Jahrg. 1 S. 201 ff, 218 ff. dieser Zeitschrift) zu einem wenig günstigen Urteile über die wissenschaftliche Thätigkeit des Ptolemaeus, das zugleich auf seine Astrologie (Tetrabiblos), seine Geographie und andere Schriften gemünzt war, geführt worden. Im Hinblick auf die Entgegnung des Herrn Prof. Foerster im Jahrg. 2 S. 16 ff. dieser Zeitschrift will ich vorläufig nur bemerken, dass ich es nicht versäumt hatte, als selbständiges Verdienst des Ptolemaeus „eine Reihe von Mond- und Planetenbeobachtungen“ anzuerkennen (vgl. meinen Artikel „Astronomie“ in Pauly-Wissowas Realencyclop. II Sp. 1848, 41—56). Wenn nach S. 17 der erwähnten Entgegnung diesem Teile der Thätigkeit des Ptolemaeus eine höhere Bedeutung zukommt, als es mir bei der Abfassung jenes populären Aufsatzes schien, so soll mir das ein Wink sein, auch fernerhin der Unterscheidung der Partien des Almagest, die von Ptolemaeus selbst herrühren, von denjenigen Abschnitten, die aus den Werken älterer Autoren entlehnt sind, durch Erschliessung der handschriftlichen Quellen nachzuspüren. Ueber den Sternkatalog des Ptolemaeus ist bald nach meinem Aufsatze und völlig unabhängig von diesem eine gründliche Untersuchung des Herrn A. A. Björnbo in der Bibliotheca mathem. herausg. von Eneström 1901 S. 196 ff. erschienen. Aus der Vergleichung verschiedener Längenbestimmungen aus den Zeiten von Timocharis bis Al-Battani (S. 206 f.) kommt der Verfasser S. 210 zu dem Schluss, dass den Ptolemaeus ein ernster Tadel treffe, da die Fehler, die bei den Vorgängern vorkommen, immer wieder bei ihm sich finden, nur wegen der Annahme einer falschen Präcession mehr oder weniger vermehrt. „Kommt nun hierzu“, so heisst es weiter, „der für Ptolemaios' Zuverlässigkeit sehr bedenkliche Umstand, dass er bei dem Hauptbeispiel seiner Präcessionsberechnung (Regulus) eine zwischen den zwei dabei angewandten Beobachtungen vorgenommene, aber mit diesen nicht übereinstimmende unterdrückt hat, so wird mit Grund der Verdacht rege, dass sein Fixsternkatalog eine unkritische Kompilation der Arbeiten mehrerer Vorgänger, und die Präcessionsberechnung ein Resultat von geschickter Pfuscherei ist“. Zuletzt wird noch festgestellt, dass der ptolemäische Katalog weit hinter dem des Hipparch zurückstand und dass Ptolemaeus nicht von der Schuld freigesprochen werden könne, die Arbeiten der Vorgänger unkritisch in einander verwickelt zu haben: „dadurch entstand eine nie kontrollirbare Verwirrung . . . die um so schlimmer ist, weil die sichere Manier des Kompilators die früheren ehrlichen und für uns darum unschätzbaren Arbeiten unterdrücken half“. Niemand wird dem Ptolemaeus die Ehre, die seinen selbständigen Leistungen gebührt, rauben wollen; aber auch die älteren Autoren, deren Werke er so ergiebig ausgenutzt hat, müssen wieder zu Ehren kommen.

Tafeln, wenn man nicht in jedem Einzelfalle langwierige Zwischenrechnungen einschieben wollte.

Zu seinen Sehnenfunctionen hat Hipparch jedesmal den Winkel beigeschrieben, unter welchem die Sehne dem Beobachter erschien; aber seine Ausrechnungen waren nicht auf die Basis eines gleichschenkligen Dreiecks und dessen Winckel an der Spitze, sondern von vorn herein auf das Verhältnis einer Kathete des rechtwinkligen Dreiecks zur Hypotenuse gestellt*). In der nebenstehenden Figur 1 ist *BAC* der Gesichtswinkel für die Sehne *BC*; Hipparch hat aber nicht das Verhältnis dieser oder jeder anderen Sehne zum Radius *AC* sondern zum Diameter *DC* bestimmt, d. h. er hat die Sehne nicht als Basis eines gleichschenkligen Dreiecks mit dem Centriwinkel *A*, sondern als Kathete des rechtwinkligen Dreiecks *DBC*, mithin ihr Verhältnis zur Hypotenuse *DC* als Function des Peripheriewinkels *BDC* betrachtet. So war die Function $\frac{\text{chord.}}{\text{diam.}}$, wenn sie auch von Hipparch jedesmal dem auf der Sehne stehenden Centriwinkel beigeschrieben war, in der That der Sinus des halb so grossen Winkels. Alles das erklärt sich aus dem Gebrauche der hipparchischen Dioptra. Der Beobachter blickte von dem Punkte *K* aus (Fig. 2) nach dem Sonnen- oder Monddurchmesser *ΔE*; die Breite *ZΘ* des Metallplättchens, das durch eine Schraubenvor- richtung dem Auge soweit genähert war, dass es die vorher noch sichtbaren äussersten Strahlen des mit der Horizontalebene parallelen Sonnen- oder Monddurchmessers gerade verdeckte, und dazu die auf der Skala der Dioptra abzulesende Entfernung dieses Plättchens vom Auge waren die Dimensionen, nach denen der Winkel *BAC* (Fig. 1) berechnet wurde, und diese Berechnung wurde, wie gesagt, auf das Verhältnis der Sehne *BC* zum Diameter *DC* gestellt.

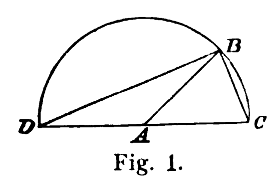


Fig. 1.

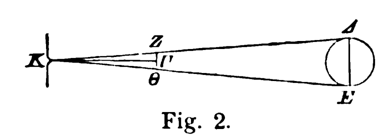


Fig. 2.

So waren die ersten Sinustafeln erfunden, aber die infolge der Einrichtung der Dioptra ihnen anhaftende Unvollkommenheit, dass das Verhältnis der Sehne zur Hypotenuse nicht dem der Sehne gegenüber liegenden Peripheriewinkel, sondern dem Centriwinkel beigeschrieben war, konnte nicht auf alle Zeiten sich forterben. Ein Bericht des Proklos über ein Verfahren zur Messung des Sonnendurchmessers**) lehnt sich zwar im Wesentlichen an die Methode Hipparchs an, lässt aber den kurz nach Sonnenaufgang zu beobachtenden Sonnendurchmesser als Kathete gegenüber dem Gesichtswinkel erscheinen. Hieraus konnte mit einiger Wahrscheinlichkeit (denn Näheres ist uns nicht überliefert) geschlossen werden, dass dem ungenannten, von Proklos benutzten Autor bereits Sinustafeln vorgelegen haben, deren Entstehung in das 3. oder 4. Jahrhundert n. Chr. zu fallen scheint. Bestätigt sich diese Vermutung, so wird die Einführung der Sinusfunction, die für die Weiterentwickelung der Trigonometrie entschieden günstiger war als die im Grunde zwar identische, formell aber verschiedene Sehnenfunktion Hipparchs, ebenso als eine Bethätigung griechischen Geistes gelten dürfen, wie die Rechnungsweise nach myriadischen, d. i. dezimalen Brüchen***).

*) Winkelmessungen a. a. O. S. 198 ff.

**) Procl. hypotyp. p. 109—111 Halma. Vgl. Winkelmessungen a. a. O. S. 207 ff.

***) Vgl. „Zur Kreismessung des Archimedes", Zeitschr. für Mathem. und Phys., hist.-liter. Abteil. XXXIX (1894) S. 133 ff. 167 ff.



Kleine Mitteilungen.

Die Constellation von Jupiter und Saturn wird am 27. November dadurch interessant, dass Jupiter nur 27 Bogenminuten südlich von Saturn im Schützen stehen wird, so dass alsdann Jupiter und Saturn bei schwacher Vergrösserung in den meisten Fernrohren im Gesichtsfeld übereinander gesehen werden können. Man kann auf diese Weise ihre scheinbaren Durchmesser und ihre Helligkeiten gut miteinander vergleichen. Es wird von Wert sein, solche Helligkeitsvergleichungen auch auf einzelne Partien der Planeten auszudehnen. Diese Beobachtungen können auch je nach der Verwendung der Vergrösserung vor und nach dem 27. November vorgenommen werden. Auch die Freunde astronomischer Beobachtungen können auf diese Weise wertvolle Beiträge zur Photometrie dieser beiden Gestirne liefern. Der tiefe Stand beider Planeten übt gleichmässigen Einfluss auf die Helligkeitsverminderung der Oberflächenteile beider Planeten aus. — Am 17. November wird die Venus nur 2° 45′ südlich vom Jupiter, am 18. November 3° 12′ südlich vom Saturn stehen, so dass auch an diesen Abenden die Constellation dieser drei Planeten einen interessanten Anblick gewährt.

* * *

Der neue Stern im Perseus. Von der Centralstelle in Kiel erhielten wir folgendes am 11. November in Cambridge Mass. von Pickering aufgegebenes Telegramm: „Aus Photographien, die mit dem Crossley-Teleskop gemacht sind, fand Perrine, dass vier Hauptkondensationen eines schwachen Nebels, welcher die Nova Persei umgiebt, sich gegen Südosten bewegen, und zwar um eine Bogenminute in sechs Wochen.“

* * *

Ein Ballonaufstieg bis 10 500 m, der grössten Höhe, bis zu welcher Menschen bisher vorgedrungen sind, wurde von A. Berson und Dr. Süring am 31. Juli 1901 ausgeführt. Der Ballon, namens „Preussen“, war mit 5400 cbm Wasserstoff gefüllt. Die Einrichtung des Korbes bestand wie bei den sonstigen wissenschaftlichen Fahrten des Meteorologischen Instituts aus einem Quecksilber-Barometer, einem Aneroid-Barograph und -Barometer, einem dreifachen Assmann'schen Aspirations-Psychrometer mit Fernrohrablesung und einem Schwarzkugel-Thermometer. Zur Erwärmung dienten Rennthierpelze und Thermophorgefässe. Vier Sauerstoff-Flaschen zu 1000 Liter Inhalt waren zur künstlichen Atmung mitgenommen. Um 10 Uhr 50 Minuten erhob sich der Ballon bei schwachem Nordwind und kam bei 4500 m bereits zur Ruhe. Von jetzt ab wurden zwei Ballastsäcke zugleich abgeschnitten und dadurch ein für die meteorologischen Ablesungen günstiges stufenweises Emporgehen erzielt. Bis gegen 9000 m war der Zustand beider Insassen ein relativ guter bis auf eine Müdigkeit, die sich aus der vorangegangenen kurzen Nachtruhe und dem langen Aufenthalt auf dem Ballonplatze erklärte. Es konnten jedoch die Beobachtungen noch mit einiger Ueberwindung angestellt werden, indem man sich durch gegenseitiges Anrufen oder Schütteln von einem vorübergehenden Einschlummern erweckte. Der mitgenommene Sauerstoff erwies sich zur Belebung völlig ausreichend. Die letzten Beobachtungsreihen bis 10 250 m Höhe sind noch correct angestellt, jedoch nahm die Erschöpfung bei körperlicher Arbeit schnell zu. Ueber 10 250 m sind die Vorgänge den Insassen nicht mehr ganz klar geblieben. Als der Schlafzustand bei Süring bedrohlich erschien, zog Berson zweimal das Ventil und brachte den Ballon zum Abstieg, brach alsdann aber ohnmächtig zusammen. Süring half in lichten Augenblicken seinem Kollegen durch verstärkte Sauerstoffzuführung auf, beide Teilnehmer fielen darauf aber in eine schwere Ohnmacht, aus welcher sie ziemlich gleichzeitig, etwa bei 6000 m, wieder erwachten. Da die Tinte bei dem Barographen eingefroren war, so sind die Aufzeichnungen desselben über 10 000 m lückenhaft, jedoch konnte Berson unmittelbar vor dem Ventilziehen noch am Quecksilber-Barometer einen Stand von 202 mm ablesen, was einer Höhe von annähernd 10 500 m entsprechen würde. Der noch vorhandene Ballast hätte einen Aufstieg des Ballons bis zu 12 000 m gestattet, jedoch wäre in solcher Höhe ein völliges Erlöschen der Willenskraft zu erwarten. Die Ohnmacht dürfte ungefähr eine halbe bis dreiviertel Stunden gedauert haben. Der Abstieg wurde bei Windstille um 6 Uhr 25 Minuten bei Briesen unweit Kottbus ausgeführt. Wenngleich eine bleierne Mattigkeit, Schwächegefühl im Magen und etwas Kopfschmerz zum Teil auch noch nach der Landung trotz ausgiebiger Sauerstoffzufuhr bestehen blieben, so haben sich irgend welche nachteiligen Folgen bei den beiden kühnen Luftschiffern später nicht gezeigt. Möge denselben noch manche glückliche für die Wissenschaft so fruchtbare Hochfahrt beschieden sein. Zwei neuangeschaffte Ballons des Deutschen Vereins von Luftschiffahrt werden ihnen zu Ehren die Namen „Berson“ und „Dr. Süring“ tragen.

F. S. A.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 5. Heft. **F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.** **1901 Dezember 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Die Meteorologie um die Wende des Jahrhunderts.

Von Wilhelm von Bezold.

(Vorgetragen bei der Tagung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft in Stuttgart im April 1901 *).

Für erfolgreiche Arbeit ist es stets von hohem Wert, durch Rückblick auf das Erreichte und durch Umblick auf das Schaffen und Streben der Gegenwart sich die Aufgaben klar zu machen, deren Lösung man von der nächsten Zukunft erwartet, sowie die Ziele festzustellen, die man im Auge zu behalten hat.

Zu einem solchen Rückblick und solcher Umschau scheint der heutige Tag besonders geeignet, wo unsere Gesellschaft das erste Mal in dem neuen Jahrhundert zusammengetreten ist.

Den weitaus grössten Teil ihrer Gesamtentwicklung verdankt unsere Wissenschaft dem verflossenen Jahrhundert, und nur einen kleinen Bruchteil ihres Wissensschatzes hat sie aus früheren Zeiten ererbt.

Zwar befand man sich schon am Anfang des vorigen Jahrhunderts im Besitze der wichtigsten meteorologischen Instrumente, auch hatte schon beinahe zwanzig Jahre vor dem Beginn desselben die Societas Palatina Meteorologica erfolgreich den auf diesem Gebiet einzig richtigen Weg betreten und durch planmässiges Zusammenwirken Beobachtungen gesammelt, aber die Stürme der französischen Revolution und die sich anschliessenden grossen Kriege hatten diesem Werke des Friedens viel zu früh ein jähes Ende bereitet, und so bot der Zustand der Meteorologie gerade vor hundert Jahren ein recht klägliches Bild.

Das Stationsnetz der Mannheimer Akademie war zerfallen, man beobachtete zwar noch da und dort weiter, aber ohne einheitlichen Plan, und noch hatte man kaum irgend welche Schlüsse gezogen, die tieferen Einblick in die atmosphärischen Vorgänge gewähren konnten.

Aber eben damals erwachten in einem erleuchteten Geiste die Gedanken, die dann auf ein halbes Jahrhundert hinaus der Forschung die Wege weisen sollten.

*) Mit gütiger Erlaubnis des Herrn Verfassers aus „Meteorol.-Zeitschrift" 1901, Oktoberheft.

Unter dem mächtigen Eindruck der an Lebensformen und Lebensbedingungen von der unsrigen so verschiedenen Tropenwelt drängten sich Alexander von Humboldt die Gesichtspunkte auf, unter denen man die aus den meteorologischen Beobachtungen gewonnenen Zahlen zu betrachten und zu gruppieren habe, um ein Bild jener Eigentümlichkeiten zu erhalten, die man mit dem Namen das Klima bezeichnet.

Diese Gesichtspunkte, die wesentlich in der Bildung von Mittelwerten gipfelten und die später in Dove ihren glänzendsten Vertreter fanden, blieben bis zu Mitte des vorigen Jahrhunderts die beinahe ausschliesslich leitenden; was man bis in die fünfziger Jahre hinein und vielfach noch länger als Meteorologie bezeichnete, war im Grunde genommen meistens nur Klimatologie, d. h. eine geographisch-statistische Wissenschaft.

Erst um diese Zeit fing man an, den Einzelvorgängen im Luftmeere, wie sie sich in gegebenen Augenblicken darbieten, d. h. dem „Wetter“ nachdrückliche Aufmerksamkeit zuzuwenden, und so entwickelt sich neben der Klimatologie die eigentliche „Witterungskunde“ oder „Meteorologie“ im engeren Sinne des Wortes.

Kurz vorher waren auch, und zwar auch wesentlich auf Anregung Alexander v. Humboldt's, in den Kulturstaaten fest organisierte Stationsnetze errichtet worden, und so konnte man daran gehen, die Aenderungen in der Wetterlage von Tag zu Tag zu verfolgen.

Gleichzeitig gab die ebenfalls um die Mitte des Jahrhunderts sich mächtig entwickelnde elektrische Telegraphie diesen Bestrebungen erneuten Anstoss, indem jetzt die Möglichkeit geboten war, nicht nur Stürme, sondern überhaupt die zu erwartende Witterung mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf wissenschaftlicher Grundlage vorherzusagen.

Die Verfolgung der Wetterlage von Tag zu Tag an der Hand von Wetterkarten, die es gestatten, den Witterungszustand, wie er in einem gegebenen Zeitpunkt über weitem Gebiete herrscht, mit einem Blick zu überschauen, die sogenannte synoptische Methode, bildete von da an für Jahrzehnte den Kern der meteorologischen Forschung.

Trotzdem blieb die Meteorologie auch bei dieser Behandlung immer noch eine wesentlich beschreibende Wissenschaft; man hatte zwar erkannt, dass es in erster Linie die Gebiete hohen und niedrigen Luftdrucks sind, die durch ihre Entwicklung und ihr Weiterschreiten das Wetter bedingen, aber zu der Enträtselung des eigentlichen ursächlichen Zusammenhanges bedurfte es doch noch des Heranziehens ganz anderer Hilfsmittel.

Nunmehr galt es, die Grundlehren der Physik anzuwenden auf diese Vorgänge, mit einem Worte, die Meteorologie umzugestalten zu einer Physik der Atmosphäre.

Und zwar sind es zwei Teile der Physik, die hier helfend eingreifen müssen; einesteils die mechanische Wärmetheorie, die uns den Schlüssel liefert für das Verständnis des grundverschiedenen Verhaltens der auf- und absteigenden Ströme und damit der Gebiete hohen und niedrigen Luftdrucks, der sogenannten barometrischen Maxima und Minima, und andererseits die allgemeine Bewegungslehre, die Dynamik zur Erklärung der gesamten Bewegungen im Luftmeer.

Die Anwendung der mechanischen Wärmetheorie auf diese Betrachtungen, mit der Helmholtz, Hann, Reye und Andere schon in den sechziger Jahren

begonnen haben, ist bis zum Anfang des neuen Jahrhunderts bereits zu einem gewissen, vorläufigen Abschluss gelangt. Wenigstens haben die wissenschaftlichen Luftfahrten, deren gleich nachher gedacht werden soll, den Beweis erbracht, dass die Grundanschauungen, von denen man bei diesen Betrachtungen ausging, durchaus richtige sind.

Dieser Teil der theoretischen Meoteorologie, die sogenannte Thermodynamik der Atmosphäre, bietet verhältnismässig nur geringe Schwierigkeiten. Unverhältnismässig grösseren begegnet man bei der Erforschung der eigentlichen Bewegungsvorgänge, d. h. der Dynamik der Atmosphäre im engeren Sinne des Wortes.

Trotz der ausgezeichneten Untersuchungen von William Ferrel, Guldberg und Mohn u. s. w. sind wir auf diesem Gebiete doch noch nicht über die ersten Anfänge hinausgekommen.

Thatsächlich sind auch die Bewegungen im Luftmeer so verwickelte, die Bahnen, die ein Luftteilchen auf seinen Wegen in der Atmosphäre beschreibt, so vielverschlungene, dass deren Enträtselung eine der schwierigsten Fragen ist, die sich dem Forscher bieten.

Vor Allem ist es eine Aufgabe allerersten Ranges, deren scharfer Lösung wir zur Zeit noch beinahe ratlos gegenüberstehen: die Klarlegung der Beziehungen zwischen den einzelnen atmosphärischen Wirbeln, die wir als barometrische Maxima und Minima bezeichnen, und der allgemeinen Cirkulation des Luftmeeres.

Die neuere Forschung hat gelehrt, dass diese Gebilde, die ja zunächst das Wetter in unseren Gegenden bedingen, nicht, wie man früher glaubte, durch rein lokale Ursachen hervorgebracht werden, sondern dass bei ihrer Entstehung und ihrem Weiterschreiten der allgemeinen Cirkulation eine wesentliche Rolle zufallen muss. Wie sich aber dieser Zusammenhang im Einzelnen gestaltet, wie diese Wechselwirkung zwischen den beiden Gruppen von Bewegungen zu stande kommt, diese Frage dürfte nur durch Verbindung von höchster mathematischer Begabung mit gründlicher Kenntnis der Thatsachen einer Lösung entgegengeführt werden.

Mit den neuen Gesichtspunkten, wie sie durch die synoptische Methode, sowie durch die physikalische Auffassung in die Wissenschaft hineingetragen wurden, musste auch der Beobachtungsdienst eine gewaltige Umgestaltung erfahren.

In einem Forschungsgebiet, dessen Wesen in dem Verfolgen der einzelnen Erscheinungen liegt, hat auch jede einzelne Beobachtung weit höheren Wert, als für die Klimatologie, die sich mit Mittelwerten begnügt, bei deren Bildung so viele kleine Fehler sich gegenseitig aufheben und somit ganz herausfallen.

Die Forderungen an die Güte der Instrumente und an die Sorgfalt der Beobachter haben sich dem entsprechend erhöht; zugleich verlangte die Feststellung der Wetterlage für gegebene Augenblicke über weitem Gebiet, also z. B. über ganz Europa, wie sie für die Sturmwarnungen und Wetterprognose unerlässlich ist, einheitliche Grundlage für die Beobachtungen und einmütiges Zusammenwirken aller Nationen. Die Grundlagen solcher gemeinschaftlichen Arbeiten wurden für die seefahrenden Nationen zuerst auf der Konferenz in Brüssel 1854, für alle Nationen aber auf dem Meteorologen-Kongress in Wien im Jahre 1873 festgestellt, und seitdem haben sich diese Beziehungen durch die offiziellen Zusammenkünfte immer enger gestaltet.

Aber während es sich für die synoptische Meteorologie wesentlich um Ausdehnung des Beobachtungsnetzes im horizontalen Sinne handelte, so forderte die theoretische Meteorologie zugleich eine Erweiterung in vertikalem Sinne.

Sowie man einmal die Bedeutung der auf- und absteigenden Ströme für die Erklärung der wichtigsten Erscheinungen, der Niederschlagsbildung auf der einen Seite und der Auflösung der Wolken auf der anderen Seite, d. h. trivial gesprochen, des schönen und schlechten Wetters erkannt hatte, musste unbedingt die Forderung laut werden, diese Ströme auf ihren Wegen zu verfolgen.

Der Forscher konnte sich nicht mehr damit begnügen, nur aus der untersten Luftschicht Beobachtungen zu erhalten, er musste nach Oben vordringen.

So entstanden die Bergobservatorien, und nachdem man den hohen Wert der dort gewonnenen Ergebnisse kennen und schätzen gelernt hatte, in Verfolgung der betretenen Bahn die Erforschung der Atmosphäre durch Luftballons und Drachen.

Und hiermit sind wir nun an jene Phase der Entwicklung gelangt, die uns so recht in die Gegenwart hineinversetzt, und die man wohl in der Geschichte unserer Wissenschaft als die für die Wende des Jahrhunderts charakteristische bezeichnen darf.

Wir Deutsche haben besonders Grund, uns dessen zu freuen, da es deutscher Scharfsinn und deutsche Thatkraft war, die, gestützt und getragen von der Gunst Seiner Majestät unseres Kaisers, diese neue Art der Forschung in früher nicht bekanntem Masse erschlossen und in verhältnismässig kurzer Zeit Früchte gezeitigt hat, die bei allen Nationen ungeteilte Anerkennung gefunden haben.

Man hatte zwar schon gleich nach der Erfindung des Luftballons und vor Allem auch im Anfang des vorigen Jahrhunderts (1804) und dann wieder in den sechziger Jahren in Frankreich und in England Versuche gemacht, den Luftballon zu benutzen, um sich über die Zustände in der freien Atmosphäre zu unterrichten, aber es fehlte einerseits an den Instrumenten, andererseits an hinreichend klarer Fragestellung, um wirkliche Erfolge zu erzielen.

Erst nachdem Hr. Assmann durch die Erfindung seines Aspirationspsychrometers die einwurfsfreie Bestimmung von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit im Luftballon ermöglicht hatte, und erst nachdem durch die theoretischen Studien, von denen eben die Rede war, die Gesichtspunkte festgestellt waren, nach denen man die Beobachtungen zu sammeln und zu verarbeiten hatte, konnte man Ergebnisse erwarten, die mit den zu bringenden Opfern im Einklange standen.

Dass die Erwartungen, welche an das grosse von Prof. Assmann eingeleitete und mit nie ermüdendem Eifer zu Ende geführte, durch die Gnade Seiner Majestät des Kaisers ermöglichte Unternehmen geknüpft wurden, sich voll erfüllt haben, davon legt das umfangreiche Werk, das im Frühsommer des vorigen Jahres die Presse verlassen hat, das glänzendste Zeugnis ab.

Wie glücklich aber dieses Vorgehen ausgedacht war und wie naturgemäss es sich in den Gang der meteorologischen Forschung einreihte, dafür spricht nichts lauter, als die Thatsache, dass bald nach dem Beginn der Berliner Fahrten, nicht nur in München und in Strassburg i. E., sondern auch ausserhalb Deutschlands ähnliche Bestrebungen lebendig wurden.

Zugleich wurden neue Hilfsmittel demselben Zwecke dienstbar gemacht, in Frankreich die nur mit Registrierinstrumenten ausgerüsteten kleinen Ballons, die sogenannten *Ballons sondes,* in Amerika die mit ähnlichen Instrumenten versehenen Drachen, Hilfsmittel, die nun alle nebeneinander in Anwendung kommen.

Auch wurde 1896 auf der internationalen Direktoren-Konferenz in Paris mit einer Leichtigkeit, wie sie in ähnlichen Fällen wohl schwer ihres Gleichen finden dürfte, internationales Zusammenwirken erzielt.

Dieses Zusammenwirken hat sich so glücklich entwickelt, dass, nachdem schon mehrfach auf besondere Verabredung an den verschiedensten Punkten Europas von Paris bis nach St. Petersburg gleichzeitig Ballonfahrten unternommen wurden, seit dem letzten Herbst, regelmässig an dem ersten Donnerstag eines jeden Monats solche Aufstiege stattfinden.

Mit einem Worte, die Untersuchung der höheren Schichten der Atmosphäre durch Luftballons und Drachen bildet gegenwärtig ebenso wie schon etwas früher die Arbeit der Höhenstation einen wesentlichen dauernden Bestandteil im System der meteorologischen Beobachtungen.

Ein anderes in dem letzten Jahrzehnt vorbereitetes und durchgeführtes Unternehmen, nämlich die genaue Bestimmung der Höhe und Zugrichtung der Wolken während eines ganzen Jahres an den verschiedensten Orten der Erde lieferte zu diesen Forschungen wichtige Ergänzungen.

Aber auch die früher in Angriff genommenen Arbeiten werden kräftig fortgeführt, die meteorologischen Stationsnetze wurden beinahe allenthalben in ihrer Ausrüstung verbessert und erweitert und die Ergebnisse der Beobachtungen auf den Festländern und auf den Meeren in weitgehendem Masse der Schiffahrt dienstbar gemacht.

Desgleichen erfuhr der Dienst der wissenschaftlichen Wettervorhersagung stets grössere Vervollkommnung und Ausdehnung. Endlich wurde die Messung der gefallenen Niederschläge, sowie der Schneehöhen im Winter im Interesse einer geordneten Wasserwirtschaft an einer grösseren Zahl von Stationen, in Deutschland an mehr als 3000 Orten aufgenommen. Ueberblickt man dies Alles, dann erhält man eine Vorstellung von der gewaltigen Entwickelung, welche unsere Wissenschaft von den bescheidensten Anfängen vor 100 Jahren bis zum heutigen Tage erfahren hat, sowie einen Begriff davon, wie wir mitten in der Arbeit stehen.

Das hier entworfene Bild wäre jedoch durchaus unvollständig, wollte ich nicht, wenigstens mit zwei Worten andeuten, wohin wir steuern und welche Ausblicke sich für die nächste Zeit eröffnen.

Zunächst wird man auf Grundlage der gewonnenen theoretischen Erkenntnisse nun daran gehen müssen, auch in die Klimatologie neue Gesichtspunkte hineinzutragen und z. B. die Lehre von der Verteilung der Temperaturen an der Erdoberfläche, die man bisher fälschlich mit dem Namen der Wärmeverteilung bezeichnet hat, durch die Darstellung der wahren Wärmeverteilung zu ergänzen.

Erst wenn man der Thermometrie der Atmosphäre eine Kalorimetrie der Atmosphäre hinzufügt, erst dann wird man einen Einblick in den „Wärmehaushalt" der Erde erlangen, eine Frage, die fürwahr des ernstesten Studiums würdig ist. Desgleichen wird man in der Klimatologie die mittlere Luftdruckverteilung weit mehr berücksichtigen müssen, als dies bisher geschehen ist.

Wenn man somit erwarten darf, dass die Physik auch die klimatologische, d. h. die geographisch-statistische Forschung neu beleben werde, so mehren sich von Jahr zu Jahr die Anzeichen, dass es in nicht zu ferner Zeit gelingen wird, noch ein ganz anderes Gebiet des Wissens an die Physik der Atmosphäre anzugliedern.

Verschiedene in der neueren Zeit angestellte Untersuchungen deuten nämlich darauf hin, dass zwischen den geheimnisvollen Erscheinungen des Erdmagnetismus und den atmosphärischen Vorgängen ein enger Zusammenhang besteht, dessen Enthüllung vielleicht schon der nächsten Zukunft vorbehalten ist.

Man hat gefunden, dass die merkwürdigen und noch vor etwa 15 Jahren so verworren erscheinenden täglichen Schwankungen der Magnetnadeln die Folge von galvanischen Strömen sind, die in den oberen Luftschichten ihren Sitz haben. Diese Ströme umkreisen mit einer nach der Jahreszeit wechselnden Stärke als grosse Wirbel bestimmte Mittelpunkte, die alltäglich im gleichen Sinne wie die Sonne, ungefähr über den 40. Breitegrad jeder Halbkugel hinwegziehen. Diese Breiten entsprechen jener von Neapel oder auf der anderen Erdhälfte einem etwas südlich vom Kap der guten Hoffnung gelegenen Parallelkreis.

Nun liegen aber gerade in diesen Breitegraden annäherungsweise die Scheidelinien zwischen dem atmosphärischen Kreislauf der äquatorialen Gegenden und jenen der Polkappen, und zugleich die Mittellinien der Zonen geringster Bewölkung und geringster Niederschläge, so dass man sich des Gedankens an einen engen Zusammenhang zwischen dem atmosphärischen Kreislauf und den magnetischen Erscheinungen nicht erwehren kann.

Auch die magnetischen Störungen, die über weite Strecken der Erde in dem gleichen Augenblick grosse und unregelmässige Ausschläge der Magnetnadeln bewirken und die gleichzeitig mit den Nordlichtern auftreten, werden nach den Untersuchungen von Prof. A. Schmidt in Gotha ebenfalls durch elektrische Ströme hervorgebracht, die wirbelartig mit der enormen Geschwindigkeit von etwa 1 km in der Sekunde die höchsten Luftschichten durcheilen.

Andererseits geht, wie man schon längst weiss, die Häufigkeit dieser Störungen ebenso wie die Grösse der täglichen Schwankung der Magnetnadeln Hand in Hand mit der Fleckenbedeckung der Sonne, die selbst wieder regelmässigen Veränderungen unterworfen ist, die einen Zeitraum von ungefähr 11 Jahren umfassen.

Es hiesse Zukunftsmusik machen, wollte ich ausführen, welche merkwürdige und weittragende Ergebnisse man von der Enträtselung dieser eigenartigen Thatsachen erhoffen darf.

Aber das Eine will ich doch nicht verschweigen, dass wir die Art und Weise, wie dieser Einfluss der Sonnenthätigkeit auf unsere Atmosphäre zu stande kommt, die vor nicht zu langer Zeit noch vollkommen im Dunkeln lag, nach den neuesten Errungenschaften der Physik wenigstens ahnen können.

Es ist mehr als wahrscheinlich, dass mit der Steigerung der Thätigkeit in der Sonnenatmosphäre auch gewisse Strahlengattungen in reichlicherem Masse ausgesandt werden.

Nun hat man in neuerer Zeit gefunden, dass die Luft nicht nur durch Bestrahlung elektrisch leitend werden kann, sondern dass auch verschiedene Körper unter dem Einfluss solcher Bestrahlung selbst wieder eigenartige Strahlen aussenden, die mit denen des Nordlichts Verwandtschaft zeigen.

Wäre es undenkbar, dass gerade in den Polargegenden, wo die höheren Atmosphärenschichten, so sonderbar dies klingen mag, länger und anhaltender von der Sonne beschienen werden, als an irgend anderen Teilen der Erde — ein Punkt, der sich 100 km über dem Pole befindet, ist 8 Monate, ein anderer in 200 km Höhe sogar 9 Monate den Sonnenstrahlen ununterbrochen ausgesetzt — die feinen Eisnädelchen oder andere Körperchen, wie sie z. B. beim Ausbruch

von Vulkanen in die Atmosphäre gelangen, in einen Zustand geraten, wie man ihn in den letzten Jahren an den sogenannt radionktiven Substanzen hat kennen lernen?

Sollte sich dies bewahrheiten, dann würden auch die anderen Erscheinungen, von denen ich eben sprach, ihre naturgemässe Erklärung finden und dann würden sich mit einem Schlage ganze Reihen von Thatsachen enthüllen, von denen sich unsere Schulweisheit bisher kaum träumen liess.

Wie dem aber auch sein mag, so viel steht fest, dass sich die Lehre von den Vorgängen im Luftmeer im neuen Jahrhundert nicht mehr auf das beschränken darf, was man bisher unter Meteorologie verstanden hat, sondern dass sie sich in noch viel höherem Sinne zu dem entwickeln muss, was ich schon vor 9 Jahren in diesem Kreise als das Ziel zu bezeichnen die Ehre hatte, zu einer „Physik der Atmosphäre“.



Ueber das Kartenwesen der Schweiz.

Von W. Stavenhagen.

(Schluss.)

Die topographischen Aufnahmen waren von eidgenössischen Ingenieuren und zwar im Flach- und Hügellande in 1 : 25 000, im Hochgebirge 1 : 50 000 ausgeführt. Auf der Verkleinerung dieser Originalaufnahmen beruht das grosse Meisterwerk, die eidgenössische topographische „Karte der Schweiz in 1 : 100 000“ auf 25 Blättern, kurzweg die Dufour-Karte genannt, deren Herstellung ein Vierteljahrhundert erforderte, da das letzte Blatt 1865 zur Ausgabe gelangte. Es gab manche ausgezeichnete topographische Kartenwerke damals, viele, welche in räumlicher Beziehung weit ausgedehnter sind als das schweizerische von verhältnismässig geringer Fläche, aber es gab zu der Zeit keine Karte, die eine genaue Aufnahme mit meisterhafter Zeichnung und künstlerisch schönem, geschmackvollem Stich in so hohem Grade vereinigte wie diese. Auch heute ist sie nach dieser Richtung hin noch nicht übertroffen. Sie ist eine geniale Vereinigung geodätischer und ästhetischer Darstellung, eine wahre Milizen- und Bürgerkarte, da sie von jedem Menschen, der überhaupt fein Gedrucktes lesen kann, ohne jede Vorkenntnis und Beigabe eines Zeichenschlüssels sofort verstanden werden kann. Es ist ein Naturgemälde, wie es weder Panoramen noch Reliefs ersetzen können, das jedermann, ehe er eine Gegend betritt, ein leicht einprägbares, charakteristisches Abbild von ihr verschafft und infolge seiner Grosszügigkeit und Uebersichtlichkeit gute und leichteste Orientierung ermöglicht. Reich an Einzelheiten und doch harmonisch und wirkungsvoll im Ganzen, fein und zierlich durchgeführt — jede kleinste Kleinigkeit, jedes Haus, jeden Steg, die zierlichste und doch deutlich leserliche und in den geschmackvollsten und angemessensten Grössenverhältnissen hergestellte Schrift lässt der meisterhafte Kupferstich von H. Müllhaupt in Genf noch erkennen — und doch voll Kraft und Ausdruck die imposante Alpennatur mit ihren Felsen, Gletschern und Firnen anschaulich wiedergebend, so dass die gewaltigen Bergmassen wie in der Natur förmlich aus dem Bilde heraustreten — so zeigt sich uns diese Karte. Das ist natürlich für ein Land wie die Schweiz, wo der

Offizier und Unteroffizier zugleich Bürger, der Bürger zugleich Soldat ist, wo die Militär-Fachgelehrten und Kenner kartographischer Theorien nur verhältnismässig selten sind und den Milizen bei den kurzen Uebungen die Zeit zu Studien im Plan- und Kartenlesen meist fehlt, höchst wichtig. Durch solche Eigenschaften wurde die Dufourkarte ein gemeinverständliches, populäres Werk. Wie steht es nun aber mit ihrem wissenschaftlichen und mathematischen Wert, ihrer Richtigkeit im Einzelnen, die näheres Studium verträgt? Da muss auf das Fehlen der Schichtenlinien und die Anwendung der altfranzösischen schiefen Beleuchtung in dem höheren Mittel- und Hochgebirge hingewiesen werden. Nur für die Ebene und die hügeligen Teile ist das deutsche Lehmann'sche Princip der senkrechten Beleuchtung gebraucht. Der einstige schweizer Standpunkt dürfte durch die Aeusserung des früheren Generalstabschefs, Obersten Wieland, gekennzeichnet sein: „Wo eine Gais hinkommt, da kommt ein Infanterist durch, und wo ein Infanterist vorwärtsklimmt, da klimmen hunderte nach, und gelingt es diesen, so kommt auch das Pferd vorwärts.“ Also der geschickte Hochländer kümmert sich wenig um die Beschaffenheit der Abhänge. Dem kann für die Felsen- und Gletscherpartien zugestimmt werden. Für diese sind Schichtenlinien um so mehr entbehrlich, als sie hierfür nie eine ausdrucksvolle Darstellung solcher Teile zu geben, geschweige eine genaue Beurteilung der Böschungsverhältnisse des Geländes zu ermöglichen gestatten. Da braucht man nicht ein mathematisch richtiges Bild, es reicht eine möglichst wirkungsvolle Charakteristik aus, wie sie die schiefe Beleuchtung durch ihre Licht- und Schattenwirkung allein giebt. Aber für alle anderen Teile der Bodengestaltung — und das ist der grössere Teil — sind für Kriegskarten, wie überhaupt Karten so grossen Massstabes wie 1 : 100 000, also Spezialkarten, Schichtenlinien eine unentbehrliche Stütze zur raschen Beurteilung der auch dem schweizer Soldaten so wichtigen Einzelformen, wie namentlich der für den Gebrauch der verschiedenen Waffen wichtigen Böschungs- und Höhenverhältnisse. Da reichen die übrigens zahlreichen Höhenangaben der Dufourkarte um so weniger aus, als sie noch dazu die schiefe Beleuchtung anwendet, welche geradezu irreführt, trotzdem die Kammrichtung der Alpen für ihre Anwendung noch günstig wirkt. Denn sie giebt eine einseitige, subjektive Darstellung, lässt augenblicklich minder Wichtiges stärker hervortreten auf Kosten des vielleicht gerade Notwendigeren, das oft in der Karte verschwindet. Da man das aber nicht voraussehen kann, da alles und jedes der Oberflächenformen unwillkürlich wichtig werden kann, so darf eine Kriegs- und Specialkarte nichts besonders hervorheben, sondern muss neutral sein. Das ermöglicht aber nur die senkrechte Beleuchtung, die ihr Licht echt wissenschaftlich und objektiv gleichmässig verteilt über „Gerechte und Ungerechte“. Jetzt erscheint der schattige Abhang immer steiler als er ist, der hellere und belichtetere stets flacher als in Wirklichkeit. Oft sind gerade die Lichtseiten der Karte in der Natur die steilsten, oft sind sie diejenigen, wo in Wirklichkeit nie Sonne hinkommt, nur Schattenvegetation gedeiht, wo die grössten Wechsel der Neigung der Gehänge vorhanden sind, während sie in der Karte bis zur Unkenntlichkeit oft zurücktreten. Aber auch auf der Schattenseite der Karte zeichnet diese Beleuchtungsart nicht ausreichend, denn es müssen schon schwach geneigte Böschungen schattiert werden, sanfte Mulden und flache Einsattelungen werden durch dunkle Töne in tiefe Schluchten verwandelt, und in Wahrheit meist in der Sonne liegende, ihrer bedürfende Kulturen und Besiedelungen sind in Nacht

gehüllt. So wird das Bild nicht nur in Bezug auf die Gehängeverhältnisse, sondern auch die Vegetation, Berieselung, Ortschaften um so verwirrender, als auch eine gewisse Gesetzlosigkeit in der Anwendung der Beleuchtung vorhanden ist. Denn nicht nur war Dufour gezwungen, die nordwestliche Richtung der Lichtstrahlen nach Bedarf, je nach den Streichungsverhältnissen, öfter zu schwenken, sondern er musste in den niedrigen und Thalflächen, um sie möglichst hell für die deutliche Anbringung des sehr verschiedenen Situationsbildes zu lassen, zur senkrechten Beleuchtung übergehen. So erscheinen also — was auch ästhetisch nicht vorteilhaft, weil unruhig und unsicher wirkt — sowohl die das schärfste schräge Licht erhaltenden höchsten, wie die das zenithale Licht bekommenden tiefsten Teile der Karte gleich behandelt, und dabei ist trotz aller Höhenzahlen niemals genau zu sagen, welche Art der Beleuchtung gerade für den vorliegenden Teil angewendet wurde. Damit ist aber eine genaue und richtige Geländebeurteilung, gar die Herstellung mathematisch genauer Geländeschnitte unmöglich gemacht. Wenn aber wenigstens Höhenschichtlinien die ganze Darstellung stützten, so könnte man über die Mängel dieser ja für Laien und Touristenzwecke und für Uebersichtskarten kleinen Massstabes, wo es nur darauf ankommt, anschaulich und wirkungsvoll zu zeigen, wo Bergmassen sind und wo nicht, recht geeigneten schiefen Beleuchtung hinwegsehen. Das ist aber nun leider nicht der Fall, und so wird die berückend schöne Dufourkarte streng wissenschaftlichen Anforderungen, die eine objektive Darstellung verlangen, nicht gerecht. Das fängt man auch schon längere Zeit in der Schweiz an einzusehen. Denn obwohl man das Wege- und Ortschaftsnetz der Karte 1 : 100 000 evident hält, sie, die nur in Schwarzdruck vervielfältigt wurde, neuerdings auch durch Umarbeitung auf photographischem Wege in drei Farben erscheinen lässt, also an ihr festhält, hat man sich doch — wie vorgreifend bemerkt sei — zur Aufnahme von Schichtenlinien seither entschlossen und ausserdem für die Herausgabe einer Karte der Schweiz 1 : 50 000 mit plastischer Darstellungsweise und Schichtenlinien in einheitlicher Behandlung, namentlich auch aus militärischen Rücksichten, entschieden. Die Dufourkarte ist wie die französische Generalstabskarte in Bonne'scher Projektion entworfen. Sie hat als Mittelpunkt die Sternwarte zu Bern (46° 576″,02 geogr. Br., 25° 6′ 10″,80 geogr. L. von Ferro). Für die auszuführenden Einzelaufnahmen 1 : 50 000 ist jedes der 70 cm hohen, 48 cm langen rechteckigen Kartenblätter wieder in 16 ähnliche Rechtecke geteilt worden. Aus der weiteren Teilung der 1 : 50 000 Sektionen in vier ähnliche Rechtecke entstanden die in 1 : 25 000 auszuführenden Messtischblätter. Für diese Kartenblatteinteilung ist, auf den Meridian und Perpendikel der Berner Sternwarte beruhend, ein Koordinationssystem berechnet, nach dem das Auftragen der trigonometrischen Punkte ausgeführt wurde.

Da der grosse Erfolg der Dufourkarte die Einzelkantone zur Herausgabe einer Reihe mehrblättriger Buntdruckkarten und kleinerer Uebersichtskarten der Schweiz auf Grund der Originalaufnahmen anregte, so beseitigte das Bundesgesetz vom 18. Dezember 1868 diese dem Ganzen nicht dienlichen Einzelbestrebungen und ordnete die Fortsetzung bezw. Erneuerung und Veröffentlichung der Originalaufnahmen durch das Eidgenössische Stabsbureau an. Diese Behörde, welche dem Militär-Departement unterstellt ist, war 1865 zur Ausführung der Landes-Aufnahmen organisiert worden. Die damalige Organisation ist seither öfter geändert worden. Heute steht sie wieder — nachdem sie vorübergehend als Abteilung des Genie-Bureaus dem Waffenchef des Heeres unterstellt war —

unter dem Militär-Departement*). Auf Grund einer neuen Triangulation (der drei mit dem Ibañez'schen Apparat gemessene Grundlinien bei Aarlberg, Weinfelden und Bellinzona zur Basis dienten) und eines von 1865 bis 1882 unter Leitung von A. Hirsch und E. Plantamour ausgeführten Präzisions-Nivellements (4476 km, davon 3860 km meist doppelt gemessen, seit 1878 auch für 2782 km Messungen im entgegengesetzten Sinne**) mit einem wahrscheinlichen Fehler pro Kilometer von $\pm$ 1,9 mm) wurde durch das Bureau seit 1870 das Hauptwerk der Schweizer Kartographie, der Topographische (Siegfried-) Atlas bearbeitet. Die grundlegenden Anordnungen und die erste Leitung hatte der 1878 verstorbene Oberst Siegfried. Das Werk umfasst 591 Blatt, davon entfallen 115 in 1 : 50 000 auf das Hochgebirge, der Rest auf die übrige Schweiz, und zwar sind erstere in Chromolithographie, die 1 : 25 000 Blätter in dreifarbigem Kupferstich nach dem geheim gehaltenen Müllenhaupt'schen Verfahren ausgeführt. Es fehlen nur noch 10 Blatt, 26 Blätter sind bereits in 2. Auflage veröffentlicht, 13 weitere dazu in Vorbereitung. Das Gerippe (Grundriss) erscheint schwarz mit Ausnahme der blau gehaltenen Gewässer, Sumpfstellen und des nassen Bodens, sowie der Höhenschichtlinien der Gletscherbildungen. Ferner sind die Höhenzahlen und die gesamte Schrift schwarz. Lichtbraun sind die Niveaulinien, die in 1:50000 30 m, in 1 : 25 000 10 m Schichthöhe haben. Die Seeen besitzen Tiefenlinien. Die Oberflächenformen werden durch dieses System klar und eingehend erläutert, die blau gehaltenen Gletscher und Firne treten scharf hervor, die Felsen sind malerisch und geologisch verschiedenartig charakterisiert, wenn hier auch die Durchführung wenigstens der 100 m Kurven wünschenswert gewesen wäre Zahlreich sind die Höhenangaben in Metern. Reich ist das Grundrissbild bis zur Gemeindegrenze herab, sowie die sorgfältige Angabe der Bodenkulturen, unter denen aber die Bezeichnung der Wiesen und bei den Ortschaften der Gärten vermisst wird. Recht gelungen endlich ist die Art und Stellung der Schrift — kurz das Ganze eine schöne, auch technisch gelungene und mathematisch richtige Leistung. Die Aufnahmen erfolgten mit dem Messtisch, der Alhidade mit Höhenkreis, der Orientier-Bussole und für 1 : 25 000 auch mit der Stadia. Die Blätter sind in modifizierter Flamsteed'scher Projektion entworfen. Jedes ist 0,35 : 0,24 cm gross, 9,11 Quadratstunden in 1 : 50000, 2,28 Quadratstunden in 1 : 25 000 umfassend. Eisenbahnen sind durch zwei starke Parallellinien, Kunststrassen von grösster Breite durch eine stärkere, eine schwächere Linie, von geringerer Breite durch zwei schwächere Linien, nicht unterhaltene fahrbare Strassen durch eine feine, eine punktierte Linie, nicht fahrbare Saum- und Reitwege durch einfache Linien, für Pferde nicht brauchbare Fusswege durch eine punktierte Linie dargestellt. Von einer 1891 tagenden und aus Vertretern des Schweizer Ingenieur- und Architekten-Vereins, sowie des eidgenössischen topographischen Bureaus bestehenden Kommission wurde nun, wie schon erwähnt.

*) Unter seinem Chef, Major Held, gliedert sich das Bureau in die geodätische Abteilung (10 Ingenieure), die topographische (10 Ingenieure, 7 Zeichner), die Reproduktions-Abteilung (11 Kupferstecher, 3 Lithographen, 1 Photographen) und die Kartenverwaltung (1 Verwalter, 3 Gehilfen). Der Kupferdruck und die lithographischen Arbeiten werden von Privatfirmen besorgt.

**) Die Ausgangsniveaufläche ging durch den provisorisch auf 374,07 m über dem Mittelmeer bei Marseille bestimmten Hauptfixpunkt am Pierre du Niton im Hafen von Marseille. Die beiden nach Ertel'schem System von Kern in Aarau gefertigten Fernrohre hatten 42 und 43fache Vergrösserung bei 32 mm Oeffnung und 40 cm Brennweite. Das Nivellement geschah stets aus der Mitte mit höchstens 100 m Zielweiten. Näheres: *Nivellement de précision de la Suisse 1867—83.*

die Herausgabe einer neuen Spezialkarte 1 : 50 000 der gesamten Schweiz beschlossen. Die ersten Versuche dazu waren Karten des Topographischen Bureaus vom Berner Oberlande, Ober-Engadin, Gotthardt, Albula, Prättigau, Zweisimmen-Gemmi 1 : 50 000 in der von Lenzinger zuerst angegebenen „Schweizer Manier". Sie enthalten eine nach der „schiefen Beleuchtung" ausgeführte Reliefabtönung in gelbbraun des im Uebrigen in rotbraunen Schichtlinien von 30 m dargestellten Geländes. Gewässer und Gletscher sind blau, ebene Flächen in einem gelblichen Mittelton gehalten. Ein Totalton wird gegen oben auf der Lichtseite schwächer, auf der Schattenseite stärker, so dass sich ein starker Beleuchtungskontrast, besonders bei den höchsten Stellen, sowie ein sehr plastischer Gesamteindruck ergiebt. Diese Karte soll die eigentliche Kriegsspezial- oder Generalstabskarte der Armee werden und wird neuerdings energisch gefördert.

Noch unter Dufour's Leitung bearbeitete und veröffentlichte 1867 bis 1873 das Stabsbureau als allgemeine Kriegskarte der Armee, für Anordnung der grossen Dispositionen, auf Grund und durch Reduktion der Spezialkarte 1 : 100 000 eine Generalkarte der Schweiz 1 : 280 000, welche auch das nicht schweizerische Gebiet in voller Ausführung enthält und sich an die französische Karte 1 : 320 000 anlehnt. Diese in Kupferstich ausgeführten 6 Blatt, welche jeder Offizier bei seiner Ernennung erhält, geben das Hochgebirge in geradezu bestrickender Weise nach den Grundsätzen der Dufourkarte wieder. Die Kupferplatten werden hinsichtlich des Gerippes auf dem Laufenden erhalten, so dass die Karte vollständig ihren Wert behauptet hat, zumal sie neuerdings auch im Dreifarbendruck erscheint. Ferner hat das Bureau noch 1881 in sechsfarbiger Lithographie eine Gesamtkarte der Schweiz 1 : 500 000 veröffentlicht, mit braunen Schraffen unter Annahme schrägen Lichteinfalls, von der auch eine hydrographische Ausgabe vorhanden ist, in der das Gelände durch Schichtenlinien von 100 m ausgedrückt wird. Endlich ist 1878 eine von dem bekannten Kartographen R. Lenzinger zuerst bearbeitete Uebersichtskarte der Schweiz 1 : 1 000 000 als Reduktion der Generalkarte in fünffarbiger Lithographie erschienen. Letztere, wohl das abschliessende Werk des Stabs-Bureaus, reicht im Westen bis Auxerre, im Osten bis Venedig, im Süden bis Modena, im Norden bis Ludwigsburg bei Stuttgart und giebt Gerippe und Schrift schwarz, das Gelände in braunen Schraffen (bei schräger Beleuchtung). Die Gewässer sind blau, die Eisenbahnen rot, die Landesgrenzen grün gehalten.

In neuester Zeit ist mit einer Neuvermessung des Landes begonnen worden, welche an die Fortschritte der internationalen Erdmessung anknüpft. Diesem bekanntlich aus der von dem preussischen Geodäten Generalleutnant z. D. Dr. Baeyer 1861 vorgeschlagenen mitteleuropäischen Gradmessung zur Bestimmung der wahren Erdgestalt hervorgegangenen, für Wissenschaft und Praxis bedeutungsvollen Unternehmen gehört die Schweiz seit Anbeginn in sehr eifriger Mitarbeit an. Sie entsandte 1861 den General Dufour, die Direktoren der Sternwarten von Zürich, Neuchâtel, Genf und Bern, Dr. Wolf, W. Hirsch, Dr. Plantamour und Dengler als Kommission, um das grosse Werk in's Leben zu rufen. Die Neuvermessung stützt sich auf die schon genannten 3 Basen*). Bei den auf die Triangulation

*) Dieselben wurden drei- bezw. zweimal gemessen und ergab sich an mittleren Fehlern bei der 2400 m langen Aarlberger Basis + 0,67 mm, bei der 2540 m langen Weinfeldener + 1,27 mm und bei der 3200 m langen von Bellinzona ± 0,89 mm. Die Kosten der Messung betrugen 37000 Francs Es wurden 142 m in 1 Stunde bestimmt, also schnell gemessen.



sich gründenden Einzelvermessungen wird von dem für das Hochgebirge sehr geeigneten photogrammetrischen Verfahren vortheilhaft Gebrauch gemacht*).

Erwähnt seien auch die guten Längenbestimmungen von Genf nach Strassburg, Wien, Lyon-Paris, München, sowie die Präzisions-Nivellements über die Alpen nach Italien.

Von anderen kartographischen Leistungen des Stabsbureaus seien die wichtigen Kanton-Umgebungskarten in verschiedenen Massstäben und Ausführungen genannt, so die meisterhafte, noch unter Dufours Leitung entstandene des Kanton Genf 1 : 50 000 und 1 : 100 000, des Kantons Uri 1 : 100 000, Basel (Stadt) mit Umgebung 1 : 10 000, Thun 1 : 25 000, Thun mit Stockhorn und Niesengebiet 1 : 50000, Bern 1 : 25 000, Berner Oberland 1 : 50 000, Sargans 1 : 25 000, Evolena-Zermatt-Monte Rosa 1 : 50 000, Interlaken und Gegend 1 : 50 000 u. s. w. Endlich sei an seine Bestrebungen gedacht zur Hebung des Schulunterrichts, dem die neue Schulwandkarte der Schweiz 1 : 200 000 mit ihre Entstehung verdankt. Dieses Werk ist auf Grundlage der künstlerischen Entwürfe des lithographischen Instituts der Gebrüder Kümmerly in Bern und nach den Vorschlägen einer aus Angehörigen des Stabsbureaus, sowie hervorragenden Schweizer Geographen, Kartographen und anderen Fachleuten unter Vorsitz des Bundesrats Schenk zusammengesetzten Kommission auf Staatskosten mit einem Aufwande von 167 000 Francs durch das Topographische Bureau und den Lithographen Kümmerly hergestellt und wird an etwa 10 000 Schweizer Schulen noch Ende dieses Jahres verteilt.

Die 120 cm hohe und 185 cm breite Karte hat 222 qcm Fläche, von denen 103,5 auf das Schweizer, der Rest auf ausländisches Gebiet entfallen. Sie reicht also nach Westen wie nach Osten noch 10 km weiter als die Dufourkarte. Das Gelände wird in 100 m Niveaulinien, in der Ebene nötigenfalls in 50 m Schichtlinien mit brauner Abtönung unter Anwendung einer von NW. unter 45° einfallenden schrägen Beleuchtung wiedergegeben. Die Karte soll etwa 1730 Namen, 1126 Höhenzahlen (von 190 m am Comersee bis 4810 am Mont Blanc) enthalten. Der Mehrfarbendruck erfordert ein 14maliges Passieren jedes Blatts unter der Presse auf ebensoviel Steinen, wobei das Verfahren eine Korrekturfähigkeit der letzteren ermöglicht. Die Auflage von 10 000 Exemplaren ist ohne Retouche abzuziehen. Dieses nach Urteil von Kennern hervorragend gelungene Werk dürfte bedeutenden Einfluss auf den geographischen Unterricht, besonders in der Heimatskunde, ausüben. Nach gleichem Verfahren werden nun von Privatanstalten die Karten der einzelnen Kantone in 1 : 100 000 hergestellt, so von Becker (Basel-Land), Kümmerly (Solothurn und Luzern, besonders gelungen) u. s. w.

Von anderen Schweizer Behörden sei hier die seit 1859 bestehende geologische Kommission hervorgehoben, welche auf Grund der Dufourkarte eine aus 25 Blatt 1 : 100 000 bestehende geologische Karte der Schweiz (gedruckt in der Anstalt Winterthur) herausgegeben hat, die an Grossartigkeit ihresgleichen sucht. Ferner seien die offiziellen Eisenbahnkarten der Schweiz erwähnt. die grosse 1 : 250 000, die kleine 1 : 500 000 und die offizielle Distanzen- und Höhenkarte der Schweizer Eisenbahnen 1 : 500 000.

---

*) Ich erwähne auch hier ausser den Arbeiten des Ingenieurs Rosenmund, die zum Vergleich der photogrammetrischen mit Messtischarbeiten ausgeführt wurden, die Aufnahmen für das Projekt der Jungfraubahn.

Zu diesen behördlichen Arbeiten kommen nun eine Reihe privater Schweizer Unternehmen ersten Ranges, Aufnahmen und Darstellungen zahlreicher Gelehrter, von Gesellschaften, wie auch des Schweizer und des Deutsch-Oesterreichischen Alpenvereins, der naturforschenden Gesellschaft, der topographischen Anstalt Winterthur u. s. w., die durch präcise Bestimmung der Orte nach Länge, Breite und Höhe eine auch für kommende Geschlechter genaue Grundlage geschaffen haben. Erwähnt seien nur die Arbeiten Ziegler's, so seine hypsometrischen Karten der Schweiz 1 : 200 000 und 1 : 380 000, seine neue Karte der Schweiz 1 : 380 000 (neue Ausgabe mit Register), dann vor allem die geometrische Darstellung mit plastischer Zeichnung verbindenden „Reliefkarten", echte Volkskarten, deren erste, die des Professors Fr. Becker vom Kanton Glarus 1 : 50 000 von 1889, an der Randegger und Lenzinger mitgearbeitet, Schule gemacht hat. Dieselbe enthielt eine sehr wirkungsvolle Darstellung des Geländes durch Niveaulinien mit farbiger Schummerung unter der Annahme schräger Beleuchtung und ist überhaupt ein sehr farbenfreudiges Gemälde, das indessen zu rein wissenschaftlichen und technischen Zwecken weniger geeignet ist. Dagegen wird die „Reliefmanier" mit Recht für Reise- und Touristenkarten verwendet, von denen hier nur Keller's zweite Reisekarte der Schweiz 1 : 440 000, Lenzinger's und Kümmerly's Reisekarte 1 : 580 000 genannt seien. Neuerdings fordert auch der Haupturheber der ganzen Bewegung die Rückkehr zur Einfarbigkeit als der höchsten Stufe der Darstellung auf, „wobei es dem Künstler möglich sein muss, eben mit einem Tone die Farbenabstufungen wiederzugeben, wie im Kupferstiche des Meisters die Farbentöne des Original-Farbenbildes sich wiederspiegeln". Schliesslich sei hier noch an die schönen Schweizer Leistungen in der Phototopographie erinnert.

Um auch noch ausländische Werke zu streifen, so möchte ich vor allem die vom französischen Generalstabe (*Service géographique de l'armée*) veröffentlichte *Carte topographique des Alpes* 1 : 200 000 auf 12 Blatt und 1 Uebersichtsskizze, sowie die Spezialkarten derselben Behörde: *Massif du Mont Blanc* 1 : 40 000 und *Vallée de Sallanches à Chamounix* 1 : 80 000 in Chromolithographie nennen, ebenso Viollet le Duc's 1875 veröffentlichte 4 Blatt des *Massif du Mont Blanc* 1 : 40 000 in 10 Farben. Dann die vorzüglichen Darstellungen der Schweiz in den Arbeiten des österreichisch-ungarischen Militärgeographischen Instituts, nämlich der Uebersichtskarte von Mittel-Europa 1 : 750 000 (Projektion nach Bonne, Farbendruck, Gelände schraffiert) und der Generalkarte von Central-Europa 1 : 300 000 (Farbendruck), welche sie ganz enthalten, sowie der Generalkarte von Mittel-Europa 1 : 200 000 (Farbendruck, braunschraffiertes Gelände), welche sie zum Teil umfassen. Von deutschen Werken müssen die Blätter 25 und 26 der meisterhaften Vogel'schen Karte des Deutschen Reichs 1 : 500 000, die die Nordhälfte der Schweiz enthalten, sowie die Mayr'schen Karten der Alpenländer 1 : 450 000 hervorgehoben werden.

Rege ist in der Schweiz auch das Interesse für den geographischen Unterricht, das durch die geographischen Gesellschaften wie die Lehrkanzeln für Geographie an den Hochschulen reich gefördert wird. Nach allem darf wohl der Nachweis als erbracht gelten, dass die kleine Schweiz einen hervorragenden Platz in der Kartographie einnimmt in Vergangenheit wie Gegenwart.



Nebelmassen um den neuen Stern im Perseus und ihre Bewegung.

Als Flammarion anzeigte, dass der neue Stern in einen Nebel eingehüllt sei, stellte es sich bald heraus, dass diese Erscheinung*) durch Strahlen von kurzen Wellen hervorgerufen war, für die das benutzte Objectiv nicht besonders korrigiert war. In den Spiegelteleskopen, die alle Strahlen im Brennpunkt vereinigen, zeigte sich der Lichtkreis nicht; in den Refraktoren konnte man durch Abblendung der Objektive diesem Lichtkreis beliebige Kontur geben, wodurch bewiesen war, dass dieser von Flammarion entdeckte Nebel keine Realität besass. Es blieb immerhin auffällig, dass kein anderer Stern eine solche Aureole beim Photographieren aufwies. Damals prüfte ich die Flammarion'sche Nachricht mit unserm grossen Refraktor, konnte aber auch nur konstatieren, dass der neue Stern in seiner unmittelbaren Umgebung keine Spur von Nebel zeigte und sich beim Fokussieren auch wie jeder andere Stern verhielt. Ich fand jedoch in etwa 7 Minuten Distanz eine schwache Andeutung von ganz matten Nebelmassen, worüber ich sofort in der nächsten Sitzung des „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte", wie auch Herr Berberich berichtete. Prof. Wolf wies solche weiter abgelegene Nebelmassen auf photographischem Wege zuerst nach. Alsdann hat Ritchey am 20. September 1901 die Gegend der *„Nova Persei"* mit einem 22zölligen Spiegelteleskop des Yerkes-Observatoriums photographiert. Die Brennweite des Spiegels beträgt nur 93 engl. Zoll, so dass sich Oeffnung zur Brennweite bei dem benutzten Teleskop verhalten wie 1 : 4,5, was besonders zum Photographieren von Nebelflecken sehr günstig ist. Der Silberbelag war fast ganz neu. Es wurde eine Cramer Crownplatte benutzt, die fast doppelt so empfindlich ist als die gewöhnlichen. Exponiert wurde 3 Stunden und 50 Minuten. (Vergl. „Astrophys. Journal", Oktoberheft.) Unter solchen günstigen Umständen ist die Aufnahme entstanden, die wir in Fig. 1 unseren Lesern vorführen. Der falsche Flammarion'sche Lichtkreis ist auf dieser Aufnahme nicht aufgetreten trotz der fast vierstündigen Expositionszeit; er zeigt sich eben nur auf den Aufnahmen, die mit Linsen hergestellt sind. Der wirkliche Nebel ist aber in prachtvoller Weise sichtbar. In zahlreichen Windungen umgiebt er den neuen Stern, ob in Spiralform oder in verschiedenen Ringen mit schwächeren Teilen lässt sich noch nicht unterscheiden. Eine Aufnahme mit noch längerer Expositionszeit wird diese Frage erst entscheiden. Der grösste Teil der zarten Nebelmassen ist auf dem Negativ so schwach, dass er sich durch den gewöhnlichen Prozess der Reproduktion nicht wiedergeben lässt. Daher hat Ritchey eine Zeichnung angefertigt, die wir in Fig. 2 wiedergeben, auf der fast alle die feinen auf dem Negativ sichtbaren Nebeläste deutlich heraustreten. Die Vergrösserung ist ungefähr eine vierfache.

Die komplizierten Nebelmassen dürfen wir als eine starke Stütze der Hypothese betrachten, die annimmt, dass neue Sterne**) entstehen, indem erkaltete oder nur noch schwach leuchtende Sonnen in ausgedehnte Nebelmassen eindringen. Einen ähnlichen Vorgang beobachten wir fast täglich in dem Auf-

*) Vergl. „Das Weltall", Jahrg. 1, S. 223.
**) Vergl. „Das Weltall", Jahrg. 1, S. 95.

leuchten der Sternschnuppen. Mit demselben Instrument, mit dem bereits Keeler eine grosse Zahl kosmischer Nebel entdeckt hat, dem Crossley-Reflektor, hatte auch Perrine, einer Aufforderung von Prof. Wolf entsprechend, die Gegend des neuen Sterns photographiert und vier Hauptverdichtungen in den auftretenden Nebelmassen aufgefunden. Das merkwürdigste ist aber, dass diese Verdichtungen, wie das im vorigen Heft mitgeteilte Kabeltelegramm angiebt, sich in einem Zeitraum von sechs Wochen um eine volle Bogenminute in südöstlicher Richtung von der Nova fortbewegen. Selbst unter der Annahme, dass die Nova uns so nahe steht, wie im Durchschnitt die Sterne 3. Grösse, wäre die wahre Bewegung des Sternes im Raume, die sich uns in sechs Wochen als eine Bogenminute zeigt, eine so grosse, dass sie alle bisher beobachteten Geschwindigkeiten von Materie im Kosmos bedeutend übertreffen würde. Es wäre über 50 000 Kilometer in der Sekunde. Legen wir die durch-

Nebelmassen in der Umgebung der Nova Persei.

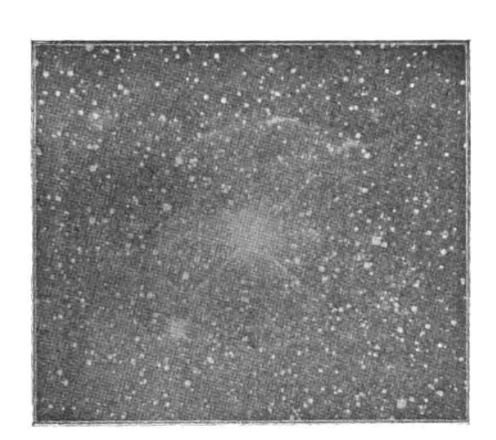


Fig. 1.
Originalaufnahme.

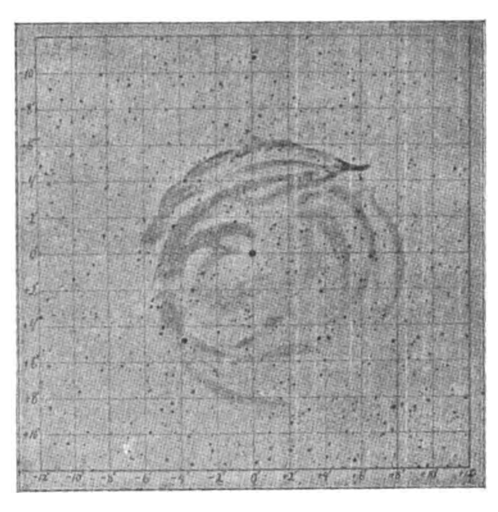
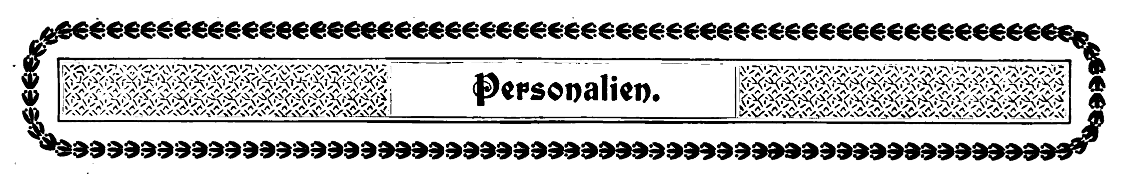


Fig. 2.
Zeichnung von Ritchey nach dem Original-Negativ.

schnittliche Entfernung der Sterne geringerer Grösse zu Grunde, so bedeutet die beobachtete scheinbare Bewegung von einer Bogenminute eine wirkliche Bewegung, die der Licht- und Elektrizitätsgeschwindigkeit bereits nahe kommt. In diesem Falle würde die beobachtete Bewegung in den Nebelmassen uns keine direkte Massenbewegung ankünden, sondern die Fortpflanzung von Licht- oder Elektrizitätswellen in den Nebelmassen beweisen. Diese Annahme würde mit der zuletzt am 13. November gemeldeten Nachricht von Ritchey gut übereinstimmen, dass der Nova-Nebel nach allen Richtungen hin sich fortbewegt.

Es wäre das erstemal, dass solche sich fortbewegende Wellen im Raume beobachtet wären, und von grösster Bedeutung für die Erklärung mancher anderer kosmischer Erscheinungen, wenn sich unsere Annahme bestätigen sollte. Man darf mit grösster Spannung weiteren Beobachtungen dieser rätselhaften Nebelbewegung entgegensehen. F. S. Archenhold.





Truman Henry Safford

(geb. 1836 Januar 6. in Royalton Vt., gest. 1901 Juni 12. in Newark).

Schon als Knabe zeigte Safford ausserordentliche Begabung für das praktische Rechnen; er soll mit 14 Jahren schon eine Kometenbahn berechnet haben. Unter Bond war er Beobachter an der Harvard-Sternwarte. 1865 kam er nach Chicago, wo seine Zonenbeobachtungen später durch das grosse Chicagoer Feuer jäh unterbrochen wurden. Im Jahre 1876 wurde er Professor der Astronomie in Williams College, Williamstown Mass. Hier beschäftigte er sich hauptsächlich mit Sternpositionen und Sternkatalogen. Auf seinen Katalog von 612 Sternen, die sich für die geographische Breitenbestimmung in den Vereinigten Staaten besonders eigneten, basieren die neuen Grenzbestimmungen zwischen Mexiko und den Vereinigten Staaten.

Mit einem vorzüglichen Repsoldschen Meridian-Instrument beobachtete er die nahen Polsterne, deren Positionen er auswendig kannte, sodass er bei ihrer Einstellung nie einen Katalog zur Hand zu nehmen brauchte. Seine Beobachtungen sind bekannt unter „Williams College Catalogue of North Polar Stars“. Auch hatte er den Ort des im Jahre 1861 noch unsichtbaren Begleiters des Sirius genau vorausberechnet, der erst 1862 von Alvan Clark gefunden wurde.

Schon mit 30 Jahren war er Mitglied der Royal Astronomical Society of London geworden. Er war als Astronom und Lehrer gleich gross und hat manche seiner Schüler in Williamstown für immer für die Astronomie gewonnen.

* * *

George K. Lawton

(geb. 1873 Oktober 20. in Jackson (Michigan), gest. 1901 Juli 25. in Washington).

Als Sohn des Professors U. W. Lawton in Jackson erhielt der hochbegabte Knabe eine vorzügliche Ausbildung. An der Sternwarte der Yale University arbeitete er kurze Zeit über Meteorbahnen und wurde dann Rechner des Naval-Observatoriums. Hier nahm er während der letzten 5 Jahre an den Meridian-Beobachtungen teil. Im vergangenen Jahre beteiligte er sich an der Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis in Pinehurst, North Carolina. T. J. J. See, der ihn näher gekannt hat, schildert in den Publ. of the Astr. Society of the Pacific den zu früh Verstorbenen als einen äusserst gutmütigen, wohlthätigen und charaktervollen Menschen, der in hohem Masse Ansehen und Liebe bei seinen Vorgesetzten, Mitarbeitern und den Armen der Stadt genoss.

* * *

Karl Zelbr

(geb. 1854 Nov. 30. in Oszlan (Ungarn), gest. 1900 Mai 13. in Brünn).

Dr. Karl Zelbr war während der 13jährigen Thätigkeit an der Wiener Sternwarte hauptsächlich als Beobachter am Meridiankreise thätig; gelegentlich beobachtete er auch Planeten und Kometen am 6zöll. Refraktor. In Brünn war er Skriptor der Bibliothek und Privatdozent für theoretische Astronomie an der deutschen technischen Hochschule und hat 1894 eine Schrift über das österreichische Bibliothekwesen, die vielseitige Anerkennung gefunden hat, verfasst.

* * *

Charles A. Bacon, Professor der Astronomie am Beloit College und Direktor des Smith Observatoriums, ist im Alter von 41 Jahren am 6. November 1901 gestorben.

* * *

Prof. **Pietro Tacchini** hat das Amt eines Direktors des R. Ufficio centrale di Meteorologica e Geodinamica al Collegio Romano niedergelegt; zu seinem Nachfolger ist Prof. **Luigi Palazzo** ernannt worden. Die ebenfalls im Collegio Romano befindliche Sternwarte wird auch weiterhin unter der bewährten Leitung von Prof. Tacchini verbleiben.

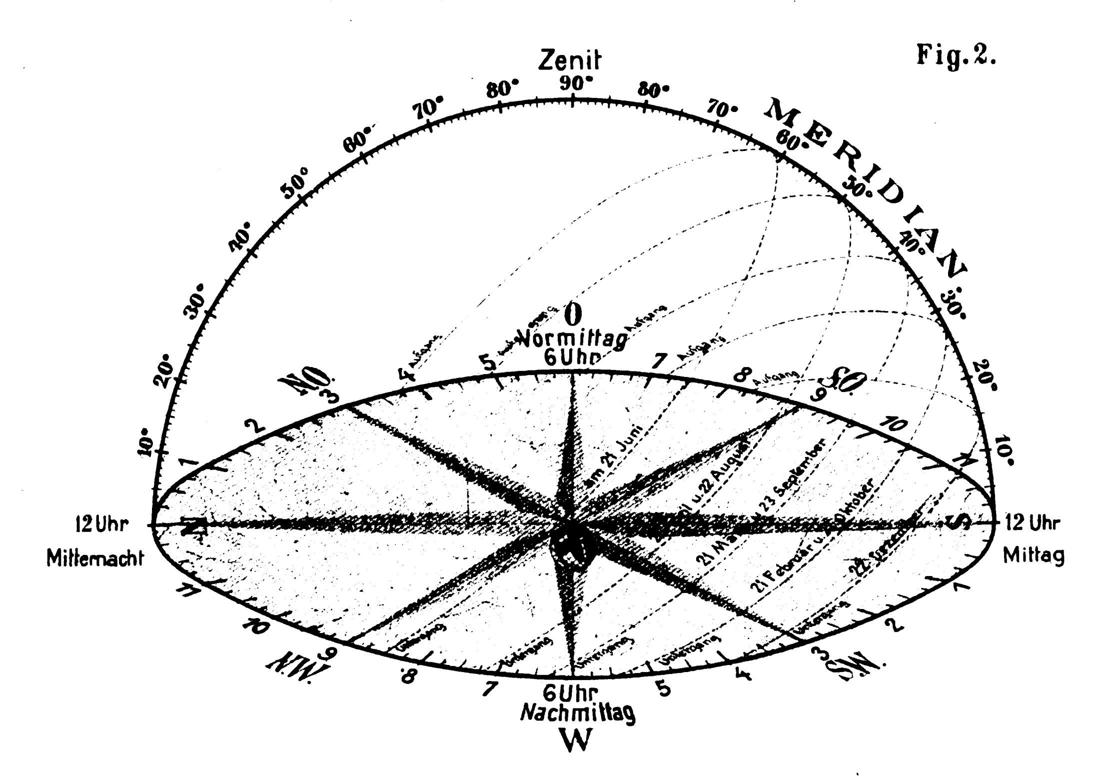
* * *

Prof. Dr. **M. Eschenhagen,** Direktor des Magnetischen Observatoriums zu Potsdam, ist am 12. November 1901 verstorben.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

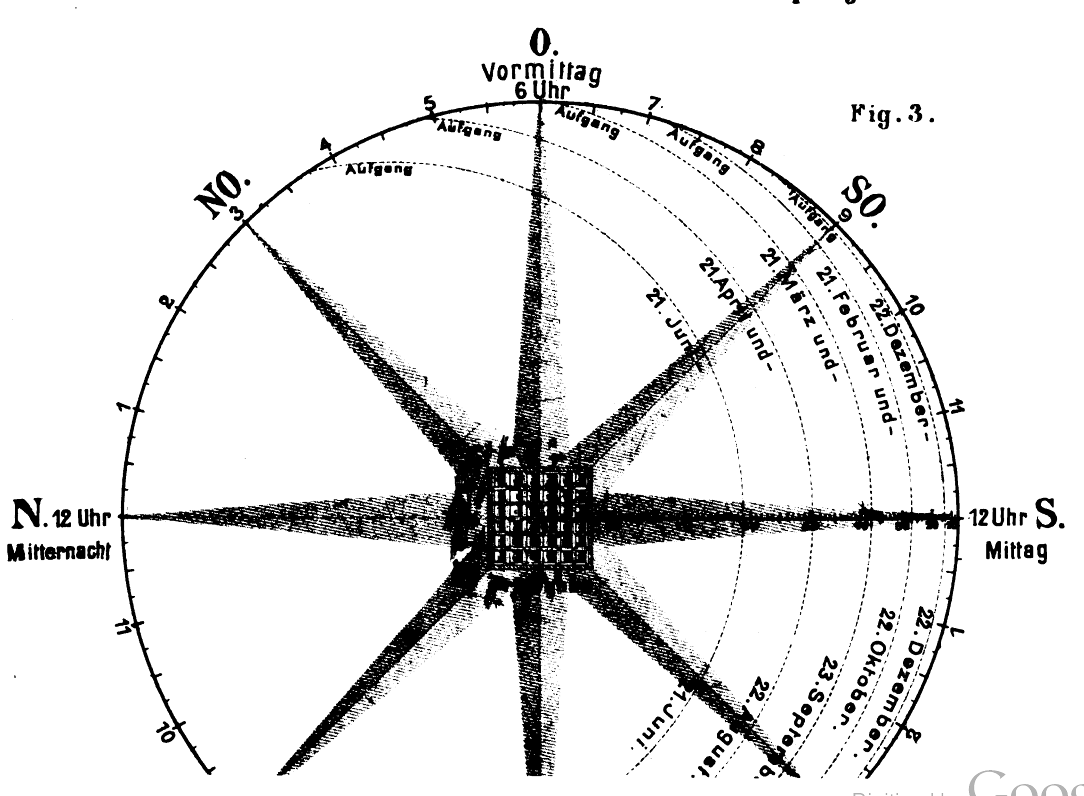
Lauf der Sonne über dem Horizont.

Fig. 2.

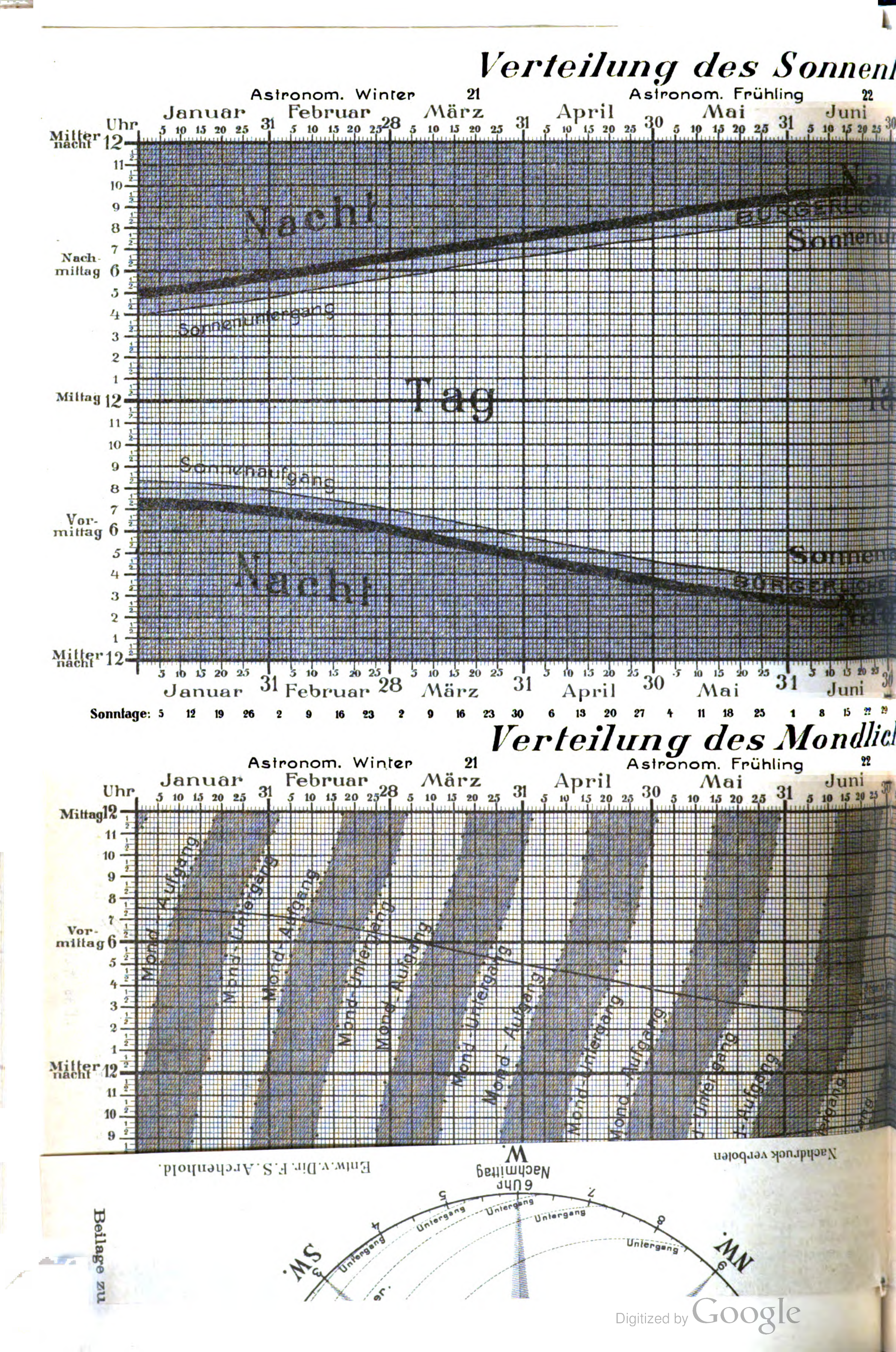


Lauf der Sonne auf den Horizont projeciert

Fig. 3.



Jg. II, Heft 6 der illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete:
„Das Weltall."


Verteilung des Sonnenl
Astronom. Winter 21 Astronom. Frühling 22
Januar Februar März April Mai Juni
Uhr
Mitternacht
Nachmittag
Mittag
Vormittag
Nacht
Tag
Sonnenuntergang
Sonnenaufgang
Bürgerliche
Sonnlage: 5 12 19 26 2 9 16 23 2 9 16 23 30 6 13 20 27 4 11 18 25 1 8 15
Verteilung des Mondlich
Astronom. Winter 21 Astronom. Frühling 22
Januar Februar März April Mai Juni
Mond-Aufgang
Mond-Untergang
Entw. v. Dir. F. S. Archenhold.
W.
Nachmittag
6 Uhr
Nachdruck verboten
Untergang
S.W.
N.W.
Beilage zu

ichtes im Jahre 1902.

Astronom. Sommer 24 Astronom. Herbst 22

Juli 31 August 31 September 30 Oktober 31 November 30 Dezember 31 Uhr

12 Mitternacht — 11 — 10 — 9 — 8 — 7 — 6 Nachmittag — 5 — 4 — 3 — 2 — 1 — 12 Mittag — 11 — 10 — 9 — 8 — 7 — 6 Vormittag — 5 — 4 — 3 — 2 — 1 — 12 Mitternacht

Nacht

Dämmerung

Untergang

Sonnenuntergang

Tag

Sonnenaufgang

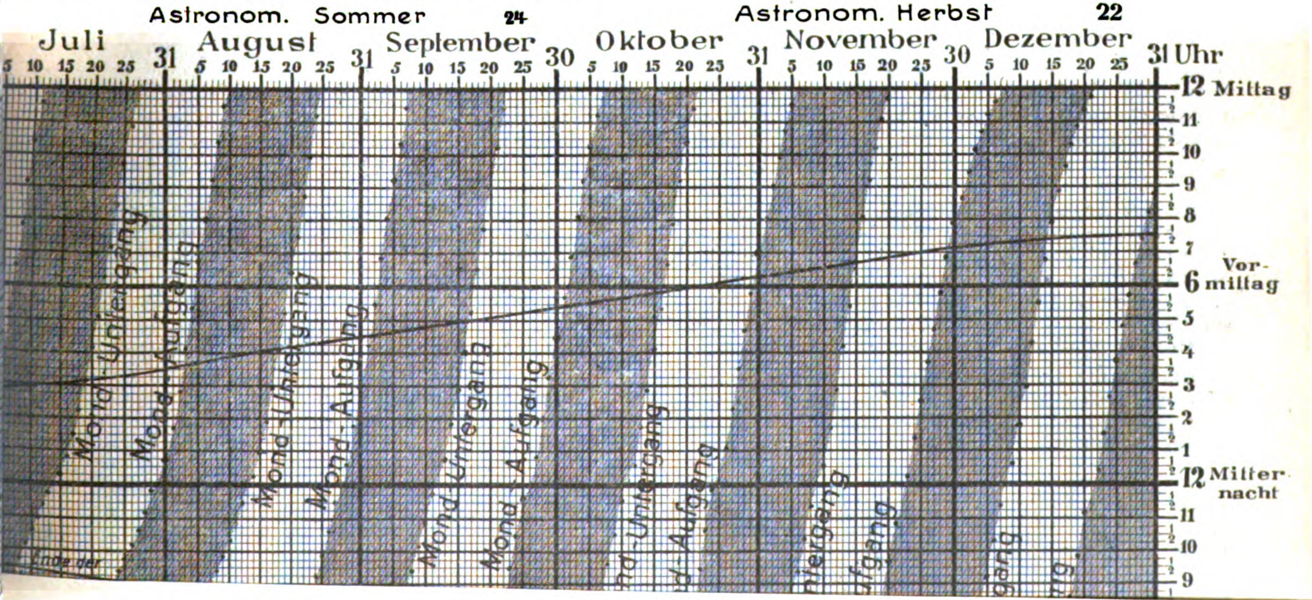
Aufgang

Dämmerung

Nacht

Juli 31 August 31 September 30 Oktober 31 November 30 Dezember 31

6 13 20 27 3 10 17 24 31 7 14 21 28 5 12 19 26 2 9 16 23 30 7 14 21 28 Sonntage.



Minus-Zeichen, dass sie entsprechend früher auf- und untergeht. — — — In der oberen Tafel sind gleichzeitig die Sonntage in der untersten Reihe besonders angegeben, wodurch dieselbe zu einem Kalender wird.

Für andere Zwecke ist es wieder erwünscht, sofort sehen zu können, ob und zu welchen Stunden der Mond nachts scheint. Man hat beispielsweise Beobachtungen veränderlicher Sterne

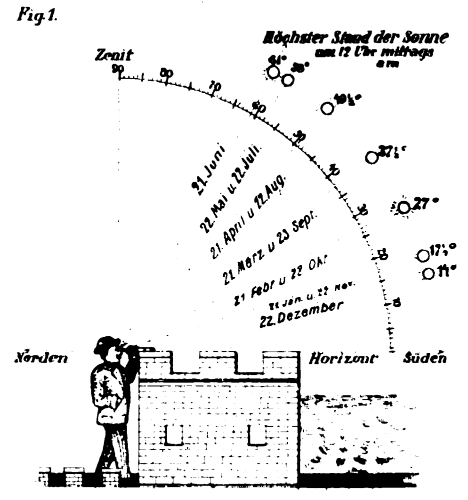
Auf Grund dieser Abbildung ist man also im Stande, bei Neubauten die Räume so anzulegen, dass sie, je nach dem Zweck, welchem sie dienen sollen, die günstigste Beleuchtung, Morgen- oder Nachmittagssonne erhalten; ein Umstand, der besonders im Winter wegen der kurzen Dauer des Sonnenlichtes für viele Anlagen unbedingt in Rechnung gezogen werden muss.

Die Verteilung des Sonnen- und Mondlichtes im Jahre 1902.

Von F. S. Archenhold,
Direktor der Treptow-Sternwarte.

Von allen Himmelslichtern üben **Sonne** und **Mond** den grössten Einfluss auf uns aus. Nicht nur, dass sie, abgesehen von den Kometen, die einzigen Himmelskörper sind, die schon für das unbewaffnete Auge eine gewisse Ausdehnung am

Fig. 1.



Entw. v. Dr. F. S. Archenhold.

Himmel, etwa $^1/_2$ Grad erreichen, sondern auch ihr Licht ist am hellsten und regelt die gesamte Thätigkeit auf der Erde. So lange die Sonne über dem Horizont steht, haben wir Tag; die bürgerliche Dämmerung geht zu Ende, wenn die Sonne $6^1/_2$ Grad unter den Horizont gesunken ist, alsdann wird es Nacht. An den Lauf der Sonne sind alle Segnungen, die die Erde spendet, gebunden: sie

ist das Centralfeuer in unserem Planetensystem. Steigt sie bei uns höher über den Horizont, so steigen die Kräfte der Erde; je grösser die Höhe der Sonne, um so wärmer wird es auf der Erde. Im Laufe eines Tages steigt die Sonne vormittags von 0° Höhe auf ihren jeweiligen höchsten Mittagsstand, um alsdann nachmittags wieder zu sinken.

Aus Figur 1 ersehen wir, dass am 22. Dezember die Sonne ihren niedrigsten Stand über dem Horizont einnimmt, nur 14 Grad. Am 21. Januar steigt sie auf $17\,^1/_2$ Grad, am 21. Februar auf 27, am 21. März, dem Eintritt des astronomischen Frühlings, auf $37\,^1/_2$ Grad. Am 21. April hat sie bereits eine Höhe von $49^1/_3$ Grad, am 22. Mai eine solche von 58 erreicht, um am 21 Juni, dem Beginn des astronomischen Sommers, ihren höchsten Stand, 61 Grad, am Himmel einzunehmen. Von nun an sinkt sie wieder, erreicht am 22. Juli den Stand vom 22. Mai = 58 Grad, am 22. August den vom 21. April = $49^1/_3$, am 23. September den vom 21. März = $37\,^1/_2$ Grad; an diesem Tage beginnt der astronomische Herbst. Am 23. Oktober steht sie so hoch wie am 21. Februar = 27 Grad; am 22. November so hoch, wie am 21. Januar = $17\,^1/_2$, um am 22. Dezember, dem Beginn des astronomischen Winters, wieder ihren niedrigsten Stand = 14 Grad einzunehmen.

Den Astronomen, Landwirt interessiert es hauptsächlich, den Auf- und Untergang der Sonne für jeden Tag zu erfahren, um zu wissen, von wann an und wie lange er beobachten beziehungsweise auf dem freien Felde Arbeiten ausführen kann. Hiernach regelt sich der gesamte Arbeitsplan. Daher haben wir in der oberen Tafel die Verteilung des Sonnenlichtes im Jahre 1902 graphisch dargestellt. Die Tage des Jahres sind in der Wagerechten, die Stunden des Tages in der Senkrechten wiedergegeben. Für jeden Tag des Jahres ist aus der Tafel nicht nur der **Auf- und Untergang** der Sonne ersichtlich, sondern auch die Dauer der **bürgerlichen Dämmerung**, d. h. derjenigen Zeit, in welcher die Helligkeit genügt, um Arbeiten im Freien, sowie gröbere Hausarbeiten ohne künstliche Beleuchtung vornehmen zu können.

Die Dauer der bürgerlichen Dämmerung beträgt beispielsweise für Berlin (Polhöhe 52 Grad 30 Minuten) am 1. Januar 47 Min., am 1. April 40, am 1. Juli 57, am 1. Oktober 39 Min. Aus der Tafel ersehen wir, dass die Sonne für Berlin am 1. Januar um 8 Uhr 19 Min. M. E. Z (mitteleuropäische Zeit) auf- und um 4 Uhr nachmittags untergeht, also die Länge des Tages, einschliesslich der bürgerlichen Dämmerung, 7 Stunden 41 Min. + 2 × 47 Min. = 9 Stunden 15 Min. beträgt, am 1. April um 5 Uhr 44 Min. früh auf- und um 6 Uhr 37 Min. nachmittags untergeht, also die Länge des Tages einschliesslich der bürgerlichen Dämmerung 12 Stunden 58 Min. + 2 × 40 Min. = 14 Stunden 18 Min. beträgt.

Die für die anderen Orte geltenden mitteleuropäischen Zeiten können aus folgender Tafel entnommen werden, die die Zeitunterschiede gegen Berlin enthält:

	Min.		Min.		Min.
Aachen	+ 29	Essen	+ 26	Magdeburg	+ 7
Altona	+ 16	Frankfurt a/M.	+ 19	Mainz	+ 20
Augsburg	+ 10	Frankfurt a/O.	— 5	Memel	— 31
Aurich	+ 24	Greifswald	0	Metz	+ 29
Bonn	+ 25	Gumbinnen	— 35	München	+ 7
Braunschweig	+ 11	Halle a/S.	+ 6	Münster i/W.	+ 28
Bremen	+ 18	Hamburg	+ 14	Posen	— 14
Breslau	— 15	Hannover	+ 15	Stettin	— 5
Colmar	+ 24	Heidelberg	+ 19	Strassburg i. E.	+ 22
Danzig	— 21	Karlsruhe	+ 20	Stuttgart	+ 17
Dortmund	+ 24	Koblenz	+ 23	Thorn	— 21
Dresden	— 1	Köln	+ 26	Tilsit	— 34
Düsseldorf	+ 27	Königsbg. i/P.	— 28	Trier	+ 27
Elberfeld	+ 25	Krefeld	+ 27	Wiesbaden	+ 21
Elbing	— 24	Leipzig	+ 4	Würzburg	+ 14
Erfurt	+ 9	Lübeck	+ 11		

Die Plus-Zeichen bedeuten, dass die Sonne in den betreffenden Orten entsprechend später. die

auszuführen, oder will nachts Radfahrten oder als Landwirt andere Fahrten unternehmen, sei es geschäftlich zur Fortschaffung von Getreide, sei es gesellig, zwecks Besuch einer Gesellschaft oder Ausübung der Jagd. Hierüber giebt uns die untere Tafel, die Verteilung des Mondlichtes im Jahre 1902, die die Auf- und Untergänge des Mondes enthält, unmittelbar Aufschluss. Da in dieser Tafel die Sonnen-Auf- und Untergänge wieder verzeichnet sind, so sehen wir sofort, dass am 24. Januar, 22. Februar, 24. März, 22. April, 22. Mai, 21. Juni, 20. Juli, 19. August, 17. September, 17. Oktober, 15. November und 15. Dezember während der ganzen Nacht der Vollmond scheint. — — — Auch kann man die Auf- und Untergangszeiten des Mondes aus der unteren Tafel sofort ablesen. Am 30. April geht beispielsweise der Mond um 1 Uhr 1 Min. nachts auf und um 10 Uhr 28 Min. morgens unter, am 31. Mai um 12 Uhr 47 Min nachts auf und um 12 Uhr 53 Min nachm. unter; an diesen Tagen könnte man also vor Sonnenaufgang, wenn es nötig wäre, auf dem Felde bei Mondlicht arbeiten.

Wie die Stärke des Sonnenlichtes von der Höhe der Sonne abhängt, so ist beim Mond die Phase von grösster Wichtigkeit; es ist daher in der letzten Reihe der unteren Tafel immer angegeben, an welchen Tagen Neumond, Erstes Viertel, Vollmond und Letztes Viertel eintritt.

Es wird unsere Leser interessieren, aus Fig. 2 den Lauf der Sonne über dem Horizont sehen zu können. In Fig 3 ist ein Treibhaus oder Atelier dargestellt, wie es in den verschiedenen Monaten von der Sonne beschienen wird.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 6. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. **1901 Dezember 15.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Ursprung und Wesen der pythagoraeischen Sphärenharmonie.

Einleitung.

In allen Perioden der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Geistes bemerkt man absonderlich geartete Charaktere, welche auf dem Wege des Fortschritts den Anderen weit vorauseilten und in ihrem kühnen Gedankenfluge daher unverständlich blieben. Ein dichter Sagenschleier umgiebt bald die Gestalt eines derartigen „Uebermenschen“. Man erzählt dann wohl an einem Winterabend in traulich-warmer Stube den Seinigen von dem titanenhaften Ansturm jenes Geisteshelden gegen alles Althergebrachte und von seinem unseligen Ende — ganz wie es die Sage berichtet.

Somit ist es keineswegs verwunderlich, dem Faustprobleme in der Weltgeschichte mehrfach zu begegnen. Wie das Mittelalter in dem weisen Papst Sylvester II. seinen „Faust“ hatte*), so besass das Altertum einen Mann, der in der Kühnheit und Schärfe seines Geistes ihm selbst unverständlich blieb — den Samier Pythagoras. Die naturphilosophischen Lehren dieses Meisters und seiner Schule beschäftigten umsomehr die Weisen des Altertums, als sie bei der völligen Abgeschlossenheit der pythagoraeischen Schule nur entstellt ihnen zu Ohren kamen. Nach der Zersprengung der krotonischen Schule hat ein Pythagoraeer, Philolaus, Zeitgenosse des Sokrates, in seinem Werke „über die Natur“ zwar teilweise die Philosophie des grossen Samiers dargestellt, auch haben sich von dem genannten Werke Fragmente erhalten; ob indessen dieselben echt sind, das dürfte grossen Zweifeln unterliegen**). Wir sind daher auf die spärlichen Angaben einiger letzter Vertreter des Pythagoraeertums, unter ihnen des genialen Mechanikers Archytas von Tarent und seines noch bedeutenderen Schülers Platon, angewiesen, wenn wir die Schule und die naturwissenschaftlichen Lehren der Pythagoraeer kennen lernen wollen. Fernerhin kommt als wichtige Quelle

*) Man vergleiche hierzu: Karl Schulze, Hamburg 1892.

**) Boekh, der grosse Berliner Philologe in den ersten Jahrzehnten des verflossenen Säkulums, hat die Fragmente des Philolaus gesammelt und 1819 mit trefflichen Erläuterungen herausgegeben.

zur Kenntnis des Pythagoraeertums noch Aristoteles in Betracht, dem freilich „die ganze Richtung nicht passte". Von Objektivität ist bei ihm in der Beurteilung der Pythagoraeer nichts zu spüren.

In der neueren Zeit erkennt man immer mehr den gewichtigen Inhalt der Schriften Plutarchs auch für die Erforschung der Naturwissenschaften im Altertum an. In einer Abhandlung, welche philosophische Tischgespräche zum Gegenstand hat, legt Plutarch unter anderem das System der Pythagoraeer dar und zwar in den wichtigsten Einzelheiten viel genauer als seine Vorgänger*). Plutarch hat man es in erster Linie zu verdanken, dass auch die Orientalisten, besonders die Aegyptologen, einer vergleichenden Geschichte der ältesten Naturphilosophie**) näher traten. Es befindet sich dieser Zweig der Wissenschaft im ersten Entwicklungsstadium; somit ist die Ausbeute vorläufig nur gering. Aber die Zukunft lässt eine schöne Blüte erhoffen! Berücksichtigen wir, dass uns die Kenntnis der altaegyptischen Sprache, Philosophie und Litteratur in den Stand setzt, die Befruchtung des hellenischen Geistes vom Pharaonenlande her sicher nachzuweisen. Die folgende kleine Darstellung soll dazu beitragen, durch genaue Ausführung der Thatsachen den Nachweis zu führen, dass auch die ältesten Naturphilosophen der Hellenen, insbesondere Thales und Pythagoras, in ihren naturwissenschaftlichen Lehren von der Weisheit der altaegyptischen Priesterkaste recht abhängig waren. Vielleicht gelingt es dieser kleinen Skizze, den geheimnisvollen Schleier, welcher die Person des Pythagoras umgiebt, zu zerreissen und den Samier in den Augen der Nachwelt wieder zu dem zu machen, der er war — ein begabter Vertreter und Beurteiler ausländischer Kultur. — —

Indem wir bei dem Charakter unserer Darstellung von der eigentlichen Philosophie der Pythagoraeer, d. h. ihren ethischen Lehren, möglichst absehen wollen, wenden wir uns gleich zur Betrachtung ihrer physikalischen und astronomischen Lehren. Zum Verständnisse derselben ist es indessen erforderlich, sich die Grundprinzipien der pythagoraeischen Weltanschauung vor Augen zu führen.

Nach der Mitteilung aller massgebenden altklassischen Schriftsteller war das Bindeglied des Weltgebäudes für Pythagoras die Harmonie, der Einklang. Weil derselbe am deutlichsten in einfachen Zahlenverhältnissen zu Tage tritt, so wurden mittelbar die Zahlen Bindeglieder der Dinge im Universum. Als solche erfreuten sie sich einer weitgehenden Verehrung. Für besonders heilig erachteten die Pythagoraeer die „Eins". Sie gaben dieser Heiligkeit auch dadurch Ausdruck, dass sie die Einheit im Gegensatze zu allen anderen Zahlen, „die" Zahl nannten, nicht „eine" Zahl. Die Einheit war für sie das Grundprinzip, der Anfang alles Seienden. In ihrer Geheimsprache nannten die Pythagoraeer die Einheit „Apollon", wie u. a. Plutarch berichtet.

Eine solche abstrakte, jedwedem anderen philosophischen System widerstrebende Lehre musste schon im Altertume philosophisch gebildeten Köpfen zu tiefem Nachdenken Anlass geben. Woher rührte diese Zahlensymbolik, die sich — wie wir weiter unten sehen werden — nicht nur bei der Einheit so bemerkbar macht? Wo musste man ihren Ursprung suchen?

*) Man vergleiche auch die Schrift Plutarchs über „Isis und Osiris".

**) Weil bei den altklassischen Völkern — mit Ausnahme von Sokrates — alle Philosophen zugleich gründlichere naturwissenschaftliche Forschungen unternahmen, so begreift die Philosophie, bezgl. die Naturphilosophie des Altertums auch die naturwissenschaftlichen Lehren in sich.

Bei der Eigenliebe der hellenischen Philosophen, bei ihrer Unkenntnis in den altorientalischen Sprachen und bei ihrer Unkenntnis in der wahren Lehre des grossen Samiers darf es nicht verwundern, dass man in der Erklärung der pythagoraeischen Zahlensymbolik recht müssige Spekulationen anstellte. So sollte die „Einheit“ deswegen als höchstes Symbol gefeiert werden, weil sie der Anfang aller Zahlen und auch die erste vollkommene Zahl (περισσός) wäre; die Drei sollte besonders verehrt werden, weil sie die Summe der ersten unvollkommenen und der ersten vollkommenen Zahl bildete, endlich die Zehnheit als Summe der ersten vier Grundzahlen*).

Es leuchtet ein, dass eine derartige Erklärung an Gezwungenheit nichts zu wünschen übrig lässt. Und wenn auch derlei Zahlenbedeutungen der Zahlensymbolik des Pythagoras als Grundlage dienten, so ist immer noch die Frage nach dem eigentlichen Ursprung dieser Lehre unbeantwortet. Die einzige zutreffende und befriedigende Antwort auf diese interessante kulturgeschichtliche Frage erhalten wir aus der sachverständigen Prüfung und Enträtselung der Hieroglyphentexte in jenen Riesendenkmälern einer einst hochentwickelten Kultur, den Pyramiden. Wir bemerken, dass sich in Hieroglyphenschriften mythologischen Inhalts für die Einheit oft das Zeichen ⊙ findet, das höchste Symbol der alten Aegypter, ein Abbild des Urgottes Râ (im mittleren Reiche „Us-iri“, woraus die Griechen „Osiris“ bildeten). Somit war die Zahl „Eins“ zum Symbol des Weltprincips, zum Symbol der Grundlage aller Dinge in der Natur geworden. Es mag dahingestellt bleiben, ob diese Schreibweise ⊙ für die Einheit bevorzugt wurde, weil die „Eins“ den Anfang der Zahlenreihe bildet und hierdurch auch den Schlüssel zur Kenntnis der schon von den alten Aegyptern hochgeachteten Harmonielehre bildet. Jedenfalls können wir als sicher gelten lassen, dass Pythagoras — während seiner Lehrzeit bei den aegyptischen Priestern — auch das Symbol des hehren Osiris, das Sonnenbild, kennen lernte und in der die Bedeutung desselben für die Einheit der Zahlenreihe aufgeklärt wurde. Dass wir den Ursprung der pythagoraeischen Zahlensymbolik im Pharaonenlande zu suchen haben, lehren auch noch folgende Erwägungen.

Nach Plutarch ward die Einheit in der Geheimsprache der Pythagoraeer mit „Apollon“ bezeichnet. Kein Wunder, wenn wir berücksichtigen, dass die „Eins“ in hieroglyphischen Texten durch das Sonnenbild — das Symbol des Sonnengottes Osiris — dargestellt wurde!

Die „Drei“ nannten die Pythagoraeer „Gerechtigkeit“. In den Hieroglyphen-Texten finden wir nun, dass die „Drei“ durch das Symbol der Gerechtigkeit — durch den Sonnengott Râ mit seinen beiden Kindern Schu und Tafnut — dargestellt wurde. Die Zehn findet sich hieroglyphisch bezeichnet durch ein Abbild

*) Eine derartige Erklärung der pythagoraeischen Zahlensymbolik giebt vornehmlich Aristoteles. Auf die Autorität des grossen Peripatetikers hin äussern auch die anderen altklassischen Erklärer der pythagoraeischen Philosophie dieselbe Ansicht — mit alleiniger Ausnahme des noch viel zu wenig gewürdigten Plutarch. — Alle neueren Darstellungen der pythagoraeischen Philosophie — so auch die treffliche in Zellers „Philosophie der Griechen“ Bd. I und die „Geschichte der pythagoraeischen Philosophie“ von Ritter, fernerhin die kleineren Abhandlungen moderner Historiker der exakten Wissenschaften, unter denen wir nur Th. H. Martin, Friedlein, Moritz Cantor und Paul Tamery nennen wollen, beruhen völlig auf den Angaben des Stagiriten — weil eine richtige Einsicht in den Ursprung der pythagoraeischen Philosophie ohne genaue Kenntnis auch der altorientalischen Litteratur unmöglich erscheinen muss. Nur Roeth kommt in seiner „Gesch. der abendländischen Philosophie“ Bd. I zu richtigen Auffassungen, geht aber in seinem Optimismus viel zu weit. Aus ähnlichen Gründen ist fast wertlos: A. von Thimus: „Die harmonicale Symbolik des Altertums“, 2 Bde. Köln 1868 und 1876.



des Falken, des hochverehrten Horus-Vogels, welcher das Wiederauftauchen der Sonne am Morgen und das Erwachen der Natur im Lenze symbolisieren sollte. — Wir wollen davon absehen, auch für die übrigen von den Pythagoraeern verehrten Zahlen hier den aegyptischen Ursprung nachzuweisen. — Wenden wir uns nunmehr zur Erklärung der sonderbaren astronomischen Anschauungen des grossen Samiers.

Ueber dieselben wurde schon im Altertum viel gefabelt, und manch spekulativer Kopf schob den astronomischen Lehren der Pythagoraeer Motive unter, welche dieselbe niemals gezeigt haben. Auch in der neueren und neuesten Zeit bildete es eine beliebte Aufgabe einiger hochberühmter Altphilologen, sowohl die pythagoraeische Zahlensymbolik, als auch besonders die Astronomie des Pythagoras durch die Brille des für die Urkultur des Hellenentums begeisterten Gelehrten zu beurteilen*). Freilich kann man zu einer Lösung der Frage über den Ursprung der astronomischen Lehren des grossen Samiers nicht bei einseitiger Bevorzugung altklassischer Zeugen gelangen. Die ehrwürdigen, Jahrtausende alten Denksteine des Pharaonenlandes übertreffen an Wahrheitsliebe sehr oft die weniger verständnis- als phantasievollen Darlegungen altklassischer Historiker! —

Soweit wir von der Lehre der Pythagoraeer sichere Kenntnis haben, müssen wir annehmen, dass sie eine allgemeine Bewegung aller Himmelskörper voraussetzten. Es sollten sich nämlich die im Altertum bekannten 7 Planeten und fernerhin Erde, Mond, vielleicht — aber unwahrscheinlich — auch die Sonne um das urewige Centralfeuer drehen, dessen Ausfluss wir im sehr weit von uns entfernten Sonnenkörper bemerken. Fernerhin sollte sich um das Centralfeuer auch die „Gegenerde“ drehen, doch so, dass wir dieselbe niemals erblicken können, weil das Centralfeuer in der Mitte zwischen Erde und Gegenerde sich befindet. Ueber diese rätselhafte „Gegenerde“ der Pythagoraeer entspann sich schon im Altertum ein lebhafter Meinungsstreit zwischen den interessierten Gelehrten. Bis in die Neuzeit hinein ist übrigens das Problem der pythagoraeischen „Ansichten“ nicht zur Ruhe gekommen. Die grösste Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass diese „Gegenerde“ die andere Halbkugel unserer „Mutter Erde“ bildete, denn schon die Pythagoraeer — vor allem Empedocles von Agrigent, der berühmteste Schüler des Samiers — lehrten, dass das Erdinnere von feurigen Substanzen durchdrungen wäre. Fernerhin sollte — nach der Meinung der Pythagoraeer — auf unserer Erde Nacht herrschen, während die Gegenerde von den Strahlen der Tagesgöttin erleuchtet wurde. Auch diese Ansicht muss uns in dem Glauben bestärken, dass die „Gegenerde“ nur die Halbkugel unserer Antipoden war, und dass in der Rotation von Erde und Gegenerde um das Centralfeuer die Axenrotation zu verstehen ist. Bestärkt werden wir fernerhin in diesem Glauben durch die Lehre des grossen Platon, eines Schülers des Pythagoraeers Archytas**). Während dieser Weltweise in seiner ersten geistigen Entwickelungsperiode sich von pythagoraeischen Einflüssen fremd zeigt, auch ein streng geocentrisches Weltsystem mit der ruhenden Erde als Mittel-

*) Von neueren fachmännischen Darstellungen nenne ich nur diejenige Rud. Wolf's in seiner „Geschichte der Astronomie“, München 1877, fernerhin diejenige A. Heller's in seiner „Geschichte der Physik“ Bd. I; ausserdem wären besonders zu erwähnen die diesbezüglichen Abhandlungen Th. Martin's im „Bulletino Boncompagni“, Jahrg. 1872 ff. und die treffliche Skizze des berühmten Mailänder Astronomen Schiaparelli: I precursori di Coppernico nell 'antichità; deutsch von M. Curtze, Leipzig 1876.

**) Man vergleiche für diesen Teil unserer Darstellung u. A.: Rudolf Wolf „Geschichte der Astronomie“, München 1877 und Rudolf Wolf „Handbuch der Astronomie“, Zürich 1890.

punkt der Welt lehrt, bemerken wir schon im „Timaeus", — der seiner zweiten Periode angehört — dass Plato mit der Axenrotation der Erde vertraut ist. Er giebt dieser Meinung freilich nur in sehr dunkelgehaltenen Worten Ausdruck. Wir müssen immerhin bedenken, dass Platon als vorsichtiger Gelehrter keineswegs Lust empfand, das tragische Schicksal seines allzu offenen Lehrers Sokrates zu teilen. Dies spricht er in den „Gesetzen" — und den „Nachträgen" zu denselben Schriften der letzten Periode — auch unzweideutig aus. Er weist nämlich darauf hin, dass dasjenige Gestirn, welches scheinbar den schnellsten Lauf besitze, in Wahrheit das langsamste sei, und dass die Lehre von Sonne und Mond gerade umgekehrt sich verhalte, als sie dargelegt werde. Die richtige Ansicht werde aber erst in der Zukunft zu Tage treten. Er könne jetzt nur die Wahrheit einem kleinen Kreise lehren, weil die Menge unfähig sei, sie zu erfassen!*) Man darf sich daher nicht verwundern, dass Plutarch mitteilt: „Platon habe als Greis ein anderes Weltsystem gelehrt und den Welt-Mittelpunkt einem anderen besseren Gestirne als der Erde eingeräumt." Es dürfte zu weit führen, genau darzulegen, wie sehr Platon gerade in seinen kosmologischen Anschauungen pythagoraeisch gesinnt war. Auch bei ihm findet sich die wunderbare Lehre von der Sphärenharmonie. Um dieselbe zu verstehen, muss man in erster Linie berücksichtigen, dass Pythagoras selbst ein begeisterter Verehrer der Musik war. Die Harmonie der Töne — als getreuestes Abbild der Weltenharmonie — spielte in seiner Schule eine Hauptrolle. Er pries die Musik als einzige „Seelenarznei", die fähig wäre, erschütterte Gemüter zu beruhigen**). Er schuf die Grundlagen der theoretischen Musik der Hellenen, indem er als erster die harmonischen Ton-Intervalle — Quarte, Quinte etc. — in einfachen Zahlenverhältnissen darzustellen lehrte. Pythagoras soll auch als erster die griechischen Buchstaben für Notenschrift benutzt haben.

Bei der grossen Bedeutung der Musik für die pythagoraeische Schule war es klar, dass sie die Ansicht vertraten, dass ohne die Harmonie der Töne nichts im Weltenraume geschehen könnte. Da überhaupt — nach ihrer Meinung — jede Bewegung einen Ton hervorrufen musste, so sollte auch durch die Bewegung der Gestirne ein wunderbar harmonischer Ton hervorgerufen werden, den der Mensch deswegen nicht vernimmt, weil er ihn schon von der Geburt an hört, so dass seine Ohren gegen diese Harmonie abgestumpft sind.

Diese Grundzüge der pythagoraeischen Sphärenharmonie finden wir bereits bei dem hellenischen Geheimbunde der Orphiker, welche unbedingt aegyptischen Ursprung verraten***). Ja, es ist sogar als höchstwahrscheinlich anzunehmen, dass Orpheus selbst eigentlich die personifizierte Sonne ist, und dass die Gesänge der Orphiker in ihren Klagen um die verlorene Eurydice das Werden und Vergehen im All, das Dahinschwinden der Sonnenwärme bei dem Zurückweichen der Tagesgöttin als Grundkern haben. Die Pythagoraeer waren Orphiker, wie die neuesten Forschungen sicher bewiesen haben†). Uebrigens lehren uns die Pyramidentexte direkt, dass nach der Anschauung der Pharaonenpriester die Bewegung der Himmelskörper von einem wunderbar harmonischen Gesange be-

*) Für Platon's astronomische Lehren sind u. A. einzusehen: Schaubach: Geschichte der griechischen Astronomie; fernerhin die diesbezüglichen Schriften Ideler's, Gruppe's und Boeckh's.

**) Man vergleiche u. A. die Fragmente des Aristoxenos, ferner Westphal's treffliche Darlegungen über griechische Musik und Ambros: „Geschichte der Musik" 3. Aufl. Bd. I.

***) Man vergleiche u. A.: „Chantepie de la Saussaye: „Lehrbuch der Religionsgeschichte" und das unübertreffliche Werk Erwin Rohde's: „Psyche", 2. Aufl. Freiburg 1898

†) Ueber die Litteratur, die Orphiker betreffend, gute Uebersicht bei Chautepie und E. Rhode.

gleitet sei.*) Berücksichtigen wir ferner, dass nach altaegyptischer Ansicht die Sonne der Urquell alles Lebens gewesen ist, so wird uns die Lehre des Pythagoras verständlicher, dass die „Sonnenstäubchen“ Seelen seien. Mussten sie doch dem von den Lehren der Pharaonenpriester so stark abhängigen Samier als Ausfluss der Weltenseele der Sonne erscheinen!

Wenn die Pythagoraeer 9 Gestirne sich um das Centralfeuer drehen liessen, so erkennen wir hierin einmal die Verehrung der von den Aegyptern sehr heilig gehaltenen Zehnzahl, und ausserdem die Symbolisierung der aegyptischen Neungötterei. Auch können wir die Bezeichnung des gleichseitigen Dreieckes bei den Pythagoraeern mit „Auge des Apollon“ leicht darauf zurückführen, dass in alten Pyramidentexten ein gleichseitiges Dreieck das allsehende Auge des hehren Osiris darstellt. Ebenso finden wir in alten Hieroglyphentexten bereits jene Verehrung des Luftgottes Schu, des Feuergottes Tum, des Wassergottes Us-iri (als Princip des Feuchten, Lebendigen) und des Erdgottes Qeb als die vier Grundelemente des irdischen Daseins, welch' letzteren wir viel später in der Elementenlehre des Empedocles begegnen. Ja, dieser Philosoph gebraucht für die 4 Elemente genau dieselben symbolischen Götternamen, welche im hellenischen Pantheon die entsprechenden Götter des Pharaonenlandes darstellen.

Und um noch eine letzte Thatsache anzuführen, so unterliegt es keinem Zweifel, dass die Lehre von der Seelenwanderung, die bei den Pythagoraeern eine grosse Bedeutung erlangte, altaegyptischen Ursprung verrät.

Wir haben nur wenige triftige Beweisgründe angeführt und verweisen im Uebrigen auf die Quellenlitteratur.

Wenn es uns auch gelungen sein sollte, den aegyptischen Ursprung der physikalischen Lehren der Pythagoraeer zu beweisen, so können wir doch nicht umhin, in einem Schluss-Artikel jenen phantasievollen Gelehrten entgegenzutreten, welche die Pythagoraeer von den Lehren der alten Chinesen abhängig machen.

Max Jacobi.



Ueber den Einfluss des Erdmagnetismus auf den Gang von magnetisierten Chronometern.

In der *Revue internationale de l'Horlogerie* (1. Jg. No. 19 und 20) finden wir interessante Darlegungen über diesen Gegenstand, welche auf Untersuchungen des französischen Gelehrten Herrn A. Cornu (Mitgliedes der Akademie und Professor an der *Ecole normale*) fussen.

Man ist allgemein der Ansicht, dass die durch Magnetisierung der Stahlteile von Chronometern hervorgebrachten Störungen im Gange derselben geeignet sind, die Instrumente zum Gebrauche untauglich zu machen, so dass man für diejenigen Personen, welche durch ihren Beruf dadurch Unannehmlichkeiten erfahren, Uhren konstruierte, in welchen dieser Uebelstand dadurch behoben sein sollte, dass man ein anderes, nicht magnetisierbares Metall, z. B. Palladium, an die Stelle des Stahles setzte. Zu Präcisionszwecken sind aber derartige Chrono-

*) Vergl. u. A.: Heinr. Brugsch: „Religion und Mythologie der alten Aegypter.“
Victor v. Strauss & Tornay: „Der altaegyptische Götterglaube.
Wertvolle Anregungen bietet auch Montucla „Histoire des Mathémat.“ Bd. I.



meter wegen der leichten Abnutzung solcher Metalle nicht verwendbar, so dass es eine dankenswerte Aufgabe war, die Verhältnisse von Chronometen mit magnetisierten Stahlteilen zu untersuchen. Im allgemeinen wird die Magnetisierung der Stahlteile ein Stehenbleiben des Mechanismus im Gefolge haben und man meint, es sei das einzige Mittel, solche Chronometer wieder brauchbar zu machen, dass man eine vollständige Entmagnetisierung der Uhr vornimmt. Die Untersuchungen des Herrn Cornu aber zeigen, dass auch magnetische Chronometer unter gewissen Umständen ein normales Verhalten wieder annehmen können. Im übrigen hat aber die Präcisionsuhrmacherei noch mit anderen Factoren zu rechnen. Es ist bekannt, dass der Stahl schon bei seiner Herstellung magnetische Eigenschaften zeigt und dass es kein Mittel giebt, ihm diese zu rauben. Dies ist klar, wenn man bedenkt, dass wir uns ständig in einem magnetischen Felde befinden, dessen Einfluss wir uns unmöglich entziehen können, im erdmagnetischen Felde. Bedingen schon die Variationen desselben eine Magnetisierung ruhenden Stahles, so tritt sie sicher beim Transportieren oder Bewegen des letzteren ein, so dass also die Uhrmacherei mit schon magnetischem Stahl zu arbeiten hat. Aus diesem Umstande erhellt also, dass jede Uhr ein wenn auch schwaches magnetisches Verhalten zeigen muss, und weiter, dass solche Uhren trotzdem normalen Gang aufweisen können. In der Präcisionsuhrmacherei sind diese Einflüsse aber nicht zu vernachlässigen, und es wäre wohl am zweckmässigsten, alle Präcisionschronometer ohne Unterschied mit den Kompensationsvorrichtungen zu versehen, welche Herrn Cornus Untersuchung für geboten erscheinen lassen. Auch ist diesem Umstande bei der Prüfung von Chronometern besonders in verschiedenen Lagen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung beizumessen.

Herrn Cornus Beobachtungen wurden mit einer Taschenuhr, einem sogenannten Halbchronometer, mit Ankerhemmung, kompensierender Unruhe und Palladiumspirale angestellt. Die Uhr hatte seit etwa zehn Jahren einen sehr befriedigenden Gang gezeigt, wurde aber aus Unachtsamkeit im Januar des Jahres 1898 durch Annäherung an einen grossen Elektromagneten magnetisiert. Diese Thatsache verursachte nun Störungen im Gange der Uhr und in der ersten Zeit häufiges Stehenbleiben derselben. Sorgfältiges Beobachten des Chronometers machte gewiss, dass diese Störungen nicht Erscheinungen magnetischen Klebens zugeschrieben werden konnten, weil die Berührung der Stahlteile erst durch Steine vermittelt wurde. Auch Einwirkungen von aussen konnten nicht die Ursache des anormalen Verhaltens der Uhr sein, weil solche durch die Anordnung des Stahles im Mechanismus zumeist kompensiert wurden. Als Ursache der Störungen erkannte der Beobachter vielmehr das Verschmutzen der beweglichen Stahlteile und ihrer Lager durch den von ihrer Abnutzung herrührenden magnetischen Stahlstaub, welcher sich an allen Stahlteilen vorfand und die freie Bewegung derselben also mechanisch verhinderte. Eine einfache Reinigung der Uhr ohne irgend welche Versuche der Entmagnetisierung beseitigte denn auch die Gangstörungen und das Stehenbleiben, so dass die Uhr seit drei Jahren wieder ihren regelmässigen Gang angenommen hat. Dass sie übrigens ihren ganzen Magnetismus behalten hat, zeigt ein kleiner vor wie nach der Reinigung über der Unruhe aufgestellter Kompass, dessen Nadel mit der Unruhe synchrone Schwingungen von etwa gleicher Weite wie vorher vollführt.

Man erkennt, dass die einzige äussere und dem Mechanismus fremde Einwirkung die des erdmagnetischen Feldes ist. Zum Zwecke der genaueren Unter-

suchung wurde die horizontale Unterlage, auf welcher die Uhr ruhte, um eine vertikale Achse drehbar gemacht und die Uhr während Perioden gleicher Tage nacheinander in die vier zu einander senkrechten Richtungen der magnetischen Windrose orientiert, also so, dass die vom Mittelpunkte des Zifferblattes nach den Zeichen XII, III, VI und IX weisenden Strahlen nacheinander nach dem magnetischen Nordpol orientiert waren.

Aus den Beobachtungen der Gangverhältnisse geht hervor, dass die Aenderungen des täglichen Ganges der Uhr ganz und gar von ihrer Stellung im erdmagnetischen Felde abhängig sind. Das Verhalten der stark magnetischen Uhr wurde besonders sehr gleichmässig, als eine zweite Reinigung derselben ohne Entmagnetisierung vorgenommen wurde. Es ergab sich dann die merkwürdige Thatsache, dass die mathematische Gleichung, welche den Gang einer Uhr darstellt, deren Zifferblatt senkrecht und nach verschiedenen Richtungen orientiert steht, wenn ihre Unruhe genügend kompensiert ist, die gleiche ist, wie die Formel, welche die Gangverhältnisse einer dem erdmagnetischen Felde unterworfenen Uhr in ein mathematisches Gewand kleidet. Aus diesem Umstande folgt die wichtige Thatsache, dass die Beseitigung des erdmagnetischen Einflusses auf gleiche Weise geschehen kann, wie die durch die Gravitationswirkung hervorgerufenen Gangstörungen.

Einen wertvollen Nachweis seiner Vermutungen erbrachte Herr Cornu dadurch, dass er den Einfluss des Erdmagnetismus durch den eines kompensierenden Magnetstabes aufhob, nachdem er die Einwirkung der erdmagnetischen Richtkraft durch Horizontallegen der Uhr, also durch Entziehung der störenden Wirkung der Schwerkraft, isolierte. Das Kompensieren geschah so, dass die Stelle, wo die Unruhe der Uhr sich befand, durch eine kleine Bussole (kleine empfindliche Magnetnadel) ersetzt, diese durch den kompensierenden Richtmagneten von dem Einflusse des Erdmagnetismus befreit und die Uhr wieder an ihre Stelle gesetzt wurde, so dass also der kleine Raum, in welchem die Unruhe sich bethätigte, von dem störenden Einflusse des Erdmagnetismus frei war. Unter solchen Umständen wurden Beobachtungen in verschiedenen Orientierungen angestellt, und der tägliche Gang erwies sich hier gänzlich unabhängig von ihnen.

Die Beobachtungen Cornus beweisen also, dass die Präcisionschronometer von den Aenderungen des magnetischen Feldes, in welchem sie sich befinden, in einem Masse beeinflusst werden, das dem Grade der Magnetisierung der Unruhe und der Spirale entspricht. Dieser Einfluss ist besonders an Bord von eisengepanzerten Schiffen und hauptsächlich zu befürchten durch die Richtungsänderungen, welche das magnetische Feld nach Grösse und Richtung modificieren. Es würde also notwendig sein, auf den Sternwarten, wo man den Gang von Chronometern prüft, auf die durch den Erdmagnetismus hervorgerufenen systematischen Aenderungen im Gange von Uhren zu achten und dieselben in Rechnung zu ziehen. Auch würde es zur Erhöhung der Vorsicht nötig sein, auf den Sternwarten sowohl wie an Bord von Schiffen zu versuchen, jeden Chronometer in einen dicken Eisenkasten (wie das gepanzerte Galvanometer von Lord Kelvin) hineinzuthun, um das Instrument der magnetischen Wirkung der Erde und des Schiffes zu entziehen.

Die Cornu'schen Untersuchungen haben zum ersten Male die magnetischen Verhältnisse bei Uhren wissenschaftlich untersucht und werden dadurch in der Chronometrie von nicht zu unterschätzender Bedeutung werden. F. **Linke**.



Der Sternenhimmel im Monat Januar 1902.

Auffindung der Sternbilder um 9 Uhr abends.

Um 9 Uhr abends finden wir auf dem Meridian, d. h. auf der Linie, welche wir vom Nordpunkt durch das Zenith bis zum Südpunkt ziehen, im Süden den rötlich schimmernden Aldebaran, im Zenith die Grenzlinie zwischen dem Sternbild des Perseus und dem Fuhrmann. Sowohl der „Neue Stern“ als die Capella stehen beide fast im Zenith. Eine Stunde später, um 10 Uhr abends, hat bereits der Orion seine höchste Stellung am Himmel erreicht. Sein hellster Stern, die Beteugeuze, der oberste, schimmert ähnlich wie Aldebaran rötlich; Rigel, der unterste, schimmert hingegen bläulich. Ebenso weit wie der Aldebaran von den mittleren drei Gürtelsternen nach oben westlich absteht, finden wir unten östlich den blau leuchtenden Sirius, den hellsten Stern am Himmel. Bezeichnen wir die Helligkeit von Aldebaran mit 1,0. Grösse, so ist die Capella 0,2. und der Sirius gar —1,4. Grösse. Fast in derselben Höhe wie Beteugeuze finden wir im kleinen Hund Procyon im Süd-Osten, welcher ungefähr $^1/_2$ Grössenklasse heller als Beteugeuze ist. Beide bilden mit dem tiefer stehenden Sirius ein gleichschenkliges Dreieck. Die Verbindungslinie Beteugeuze—Procyon läuft parallel mit dem Horizont.

Im Osten ist der hellste Stern im Löwen, der Regulus, schon 15^0 über den Horizont gestiegen. Ihm folgt der zweithellste in diesem Sternbild, die Denebola; sie wird aber erst 1 Stunde später im Ost-Nord-Ost über dem Horizont sichtbar. Der hellste Stern der Jungfrau, die Spica, geht um 11 Uhr genau im Osten auf. Sie wird am 28. Januar vom Mond bedeckt. Der grosse Bär weist mit seinen 3 Deichselsternen nach dem NNO-Punkt des Horizonts und steigt mit jeder Stunde höher am Himmel, um gegen 4 Uhr morgens den Meridian zu passieren.

Im Nord-West sehen wir die Andromeda immer tiefer gehen. Wenn die Deichselsterne in den Meridian rücken, ist der mittlere, Mirach, der drei in einer geraden Linie stehenden Andromeda-Sterne gerade unter den Horizont gegangen. In diesem Moment erreicht auch die Cassiopeja im Norden ihren niedrigsten Stand und schmückt den Nordhimmel als ein aufrechtes W. Um dieselbe Zeit ist auch die Wega in der Leyer mit dem ihr in der Drehungsrichtung des Himmelsgewölbes folgenden Sternbilde des Schwans im Ost-Nord-Ost immer höher gestiegen.

Mit dem Beginn der Dämmerung um 7 Uhr morgens, noch bevor das Tagesgestirn seinen Aufgang ausgeführt, verschwinden die Lichter der Nacht für das unbewaffnete Auge. Die grossen Glasaugen der modernen Riesenfernrohre können auch die Sterne, selbst die schwächsten, verfolgen, wenn die Sonne schon hoch am Himmel steht.

Die Planeten und der Mond.

Merkur steht am 1. Januar in Conjunction mit der Sonne, ist also unsichtbar; am 15. Januar beträgt sein östlicher Stundenwinkel schon wieder 46 Min. und am 3. Februar hat er bereits seine grösste östliche Abweichung von der Sonne erreicht, nämlich 1 St. 25 Min., und ist als Abendstern sichtbar. Seine südliche Deklination beträgt dann noch gut 11$^1/_2{}^0$.

Venus ist während des ganzen Monats als Abendstern die auffälligste Erscheinung am Himmel. Sie erreicht am 10. Januar ihren **grössten Glanz**, obgleich ihr scheinbarer Abstand von der Sonne immer mehr abnimmt. Am 1. Januar beträgt ihr östlicher Stundenwinkel nämlich 3 St. 5 Min., am 15. Januar 2 St. 35 Min. und am 1. Februar nur noch 1 St. 25 Min., um alsbald völlig in den Strahlen der Sonne zu verschwinden. In der ersten Hälfte des Monats steht die Venus im Sternbild des Steinbocks, in der zweiten im Wassermann.

Mars, stark rötlich schimmernd, steht zu Anfang des Monats noch 1 St. 28 Min. östlich von der Sonne, am 1. Februar aber nur noch 1 St. 5 Min. Er ist deshalb nur kurze Zeit nach Sonnenuntergang tief am West-Horizonte zu sehen und steht im ganzen Monat im Steinbock.

Jupiter, immer noch unweit Saturns, aber mit stärkerem Licht strahlend, steht am 1. Januar nur noch 56 Min. östlich von der Sonne, ist Mitte Januar in Conjunction mit der Sonne, also ganz unsichtbar, um dann am Ende des Monats auf der Westseite der Sonne morgens wieder sichtbar zu werden.

Saturn verschwindet noch einige Tage früher als Jupiter in den Strahlen der Sonne. Er steht am 1. Januar nur noch 40 Min. östlich von der Sonne und am 12. Januar schon bei der Sonne. Er wird aber Ende Januar am Morgenhimmel vor Jupiter sichtbar, da er am 1. Februar bereits 1 St. 10 Min. westlich von der Sonne steht.

Mond:	Januar 1.	5	Uhr	nachm., Letztes Viertel.
	„ 9.	10	„	abends, Neumond.
	„ 17.	7½	„	morgens, Erstes Viertel.
	„ 24.	1	„	morgens, Vollmond.
	„ 31.	2	„	nachm., Letztes Viertel.

Sternbedeckungen

finden für Berlin statt:

c^1 Capricorni	4,8. Grösse	Januar 12.	von 5	Uhr 29	Min.	bis 6	Uhr 35	Min.	abends.
κ Aquarii	5,2. „	„ 13.	„ 7	„ 26	„	„ 8	„ 8	„	„
68 Geminorum	5,5. „	„ 23.	„ 5	„ 49	„	„ 6	„ 28	„	morgens.
κ Cancri	5,0. „	„ 24.	„ 7	„ 7	„	„ 8	„ 5	„	abends.
p^5 Leonis	5,3. „	„ 27.	„ 7	„ 44	„	„ 8	„ 30	„	morgens.
Spica	1. „	„ 28.	„ 11	„ 27	„	„ 12	„ 27	„	nachts.

F. S. Archenhold.

Kleine Mitteilungen.

Unsere Beilage „Die Verteilung des Sonnen- und Mondlichtes im Jahre 1902“ ist für viele astronomische Zwecke zu verwenden und vermag auch als Jahreskalender zu dienen, da die Sonntage für das ganze Jahr angegeben sind. Die obere Tafel lässt für alle Tage des Jahres erkennen, wie lange die Sonne sichtbar ist, und wieviel die Dauer der bürgerlichen Dämmerung beträgt; hiernach kann man in bequemster Weise die Nachtbeobachtung der Gestirne im Voraus einteilen, was besonders für die Zwecke der Schätzung der veränderlichen Sterne von Wert ist. Da man aus der zweiten Tafel ersieht, in welchen Nachtstunden das Mondlicht fehlt, so kann unter Benutzung derselben sofort beurteilt werden, welche Nächte des Jahres sich besonders zur Beobachtung solcher Lichtgebilde eignen, bei deren Beobachtung das Mondlicht störend wirkt. In den drei beigegebenen Figuren ist der höchste Stand der Sonne für die Mittagszeit und der Lauf der

Sonne über dem Horizonte für das ganze Jahr veranschaulicht. Wir hoffen, dass unsere graphische Darstellung bei der Aufstellung eines alle Lichtverhältnisse berücksichtigenden Arbeitsprogrammes eine Erleichterung darbietet, da die Zeiten für die Sonnen- und Mond-Auf- und Untergänge sich aus unseren Tafeln bis auf einige Minuten genau sofort entnehmen lassen.

* * *

Weitere Mitteilungen über die Bewegung des Nebels um den neuen Stern im Perseus*). Herr Professor Wolf, Direktor des Astrophys. Observatoriums in Heidelberg, teilt am 26. November in den „Astronomischen Nachrichten" Nr. 3752 mit, dass Flammarion's Aureole um Nova Persei stark ihren Durchmesser verändert hat. Weiter giebt er ebendaselbst folgenden Bericht über seine wertvollen Beobachtungen:

„Die erste brauchbare Photographie dieser merkwürdigen Nebel wurde, wie A. N. 3736 mitgeteilt, hier am 23. August mit dem Bruce-Teleskop erhalten. Eine ausgezeichnete Photographie derselben hat dann Ritchey vom Yerkes Observatory am 20. September mit einem grossen Reflektor hergestellt und im Astrophys. Journal, 1901 Oktober, mitgetheilt.

Eine Vergleichung der beiden Bilder zeigt auf den ersten Blick, dass in der Nebelmasse in der kurzen Zwischenzeit von nicht ganz einem Monat grosse Veränderungen vor sich gegangen sind. Ueberall erscheinen die Hauptknoten und Linien mehr oder weniger verändert und verschoben. Die Entdeckung dieser Veränderungen wurde zuerst — nach telegraphischer Mitteilung — von Herrn Perrine auf dem Lick Observatory gemacht, der den Nebel mit dem Crossley-Reflektor ebenfalls aufgenommen hat.

Inzwischen ist hier am 17. November wieder eine vorzügliche Aufnahme der Nebel mit dem Bruce-Teleskop gelungen. Sie zeigt abermals grosse Veränderungen im Nebel gegen die Aufnahme von Ritchey vom 20. September.

Der Nebel bestand im Wesentlichen aus einzelnen concentrischen Hüllen, von ziemlich ovaler aber unregelmässiger Form und aus mehr oder weniger dicken Wolken zusammengesetzt, die besonders südlich und südöstlich von der Nova hell ausgebildet sind. An verschiedenen Stellen sind hier die Wolkenknoten besonders dicht. Alle diese Gebilde haben sich nun mehr oder weniger seit dem 23. August verändert.

Besonders auffallend war von Anfang an die äusserste Hülle, weil sie wohl am hellsten ist und eine ziemlich zusammenhängende ovale Schale von etwa 6′ Abstand von der Nova zu bilden scheint. Ihre Veränderung lässt sich auch am leichtesten studieren. Ihr Abstand von der Nova selbst ist nun vom 23. August bis zum 20. September und von da bis zum 17. November continuirlich gewachsen.

Sie besteht aus helleren und dunkleren Wölkchen, und man kann die Bahn verfolgen, die diese beschrieben haben. Die Wölkchen standen nun am 20. September fast genau auf der Mitte des Weges, den sie vom 23. August bis zum 17. November durchlaufen haben.

Daraus scheint zu folgen, dass die Geschwindigkeit im Abnehmen begriffen ist.

Interessant ist ferner zu bemerken, dass die Wölkchen sich nicht senkrecht zu der Fläche der ovalen Schale bewegt haben, sondern dass sie fast genau radial von der Nova aus fortgeeilt sind.

Ich spreche zwar hier immer von Fortbewegung, man muss aber bedenken, dass sich dabei nicht nur die Form der Schale, sondern auch die Formen der einzelnen Wölkchen keineswegs erhalten haben, sondern dass sie sich ziemlich stark veränderten. Es ist also nicht ganz sicher, dass ein Fortschleudern der Materie selbst stattfindet.

Eben so gut wie an eine Fortbewegung der Materie könnte man vielleicht an eine Fortpflanzung einer Explosion denken, und es wäre verführerisch zu glauben, dass hier vor unseren Augen das Experiment einer Weltbildung durch eine Knallgasexplosion, welche durch das Eindringen der Nova verursacht wäre, ausgeführt würde.

Die Bewegung des fast genau südlich von der Nova liegenden Schalenteils betrug in der Zeit vom 23 August bis 17. November etwas mehr als eine Bogenminute; der — besonders stark entwickelte — Teil genau südöstlich von der Nova hat sich dagegen — in radialer Richtung gemessen — etwas über $1^1/_2$ Bogenminuten fortbewegt.

Eine genauere Ausmessung und Beschreibung des Nebels und der Bewegungen hoffe ich in einiger Zeit geben zu können."

Weiter telegraphiert Campbell an die Centralstelle, dass Perrine aus einer Photographie mit dem Crossley-Reflektor vom 4. Dezember findet, dass 2 Condensationspunkte des Nebels ihre Bewegung fortsetzen, der dritte auch, aber unter Veränderung der Form, der vierte Condensationspunkt hingegen unverändert sei.

*) Vergleiche: „Das Weltall" Jahrg. 2 S. 70.

Ein ältester Gutenbergdruck ist von Gottfried Zedler-Wiesbaden in einer aus dem nassauischen Kloster Schönau stammenden Handschrift der Landesbibliothek zu Wiesbaden aufgefunden und im „Centralblatt für Bibliothekswesen“ beschrieben.

Es ist ein astronomischer Kalender oder richtiger eine Ephemeride der Mondphasen, der Sonne und der alten Planeten. Als Jahr, für das der Kalender bestimmt war, sowie aus der von dem Direktor des astronomischen Recheninstituts in Berlin, Prof. Dr. Bauschinger, vorgenommenen Berechnung ergiebt sich mit unumstösslicher Gewissheit das Jahr 1448. Der Inhalt des Kalenders schliesst die Möglichkeit der Annahme, dass er zwar für dies Jahr ursprünglich bestimmt gewesen, nicht aber auch gedruckt worden sei, vollständig aus. Auch der Gedanke, dass hier etwa ein einzelner Probedruck Gutenbergs vorliege, der den Zwek gehabt habe, Fust die Tragweite seiner Erfindung vor Augen zu führen, verbietet sich deswegen, weil die Handschrift, deren Einbanddeckel auf den Innenseiten mit dem Druck überklebt waren, nicht nur aus dem Kloster Schönau stammt, sondern auch, wie die Technik des Einbandes zeigt, dort gebunden worden ist. Hiernach leuchtet die Wichtigkeit des neuen Fundes für die Geschichte des Buchdrucks ein. Die Frage, ob die 36zeilige Bibeltype vom Erfinder des Buchdrucks herrühre oder nicht, ist durch den neuen Fund zu Gunsten Gutenbergs entschieden.

Personalien.

Linienschiffskapitain Ivo Freiherr **Benko von Boinik** hat die Leitung der Sternwarte Pola definitiv niedergelegt und bittet für ihn persönlich bestimmte Sendungen nach Görz zu adressieren. Zu seinem Nachfolger ist der k. und k. Corvettenkapitain Herr K. Koss ernannt worden.

* * *

Frl. Dr. **Dorothea Klumpke,** bisher Vorstand des Ausmessungsbureaus der Pariser Sternwarte, hat sich mit dem durch seine vorzüglichen Nebel- und Sternaufnahmen rühmlichst bekannten englischen Astronomen Dr. Isaac Roberts verheiratet.

* * *

Bei der Feier ihres 150jährigen Bestehens am 8.—9. November 1901 ernannte die „Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen“ die Herren Prof. Dr. v. Neumayer-Hamburg und Prof. Dr. E. Abbe-Jena zu Ehrenmitgliedern, die Herren Prof. H. Seeliger-München, Karl Runge-Hannover, Max Planck-Berlin, W. Oswald-Leipzig, A. Schuster-Manchester, S. Arrhenius-Stockholm u. A. zu correspondierenden Mitgliedern.

Schenkungen.

Mrs. **Stamford,** eine durch ihre philantropischen Bestrebungen wohlbekannte Kalifornierin, hat der von ihr begründeten Leland-Stamford-Universität in Palo Alto in Kalifornien Bonds und Grundbesitz im Werte von 30 Millionen Dollars überwiesen, die grösste Schenkung, die je einer Lehranstalt zugewendet worden ist.

Mr. **Andrew Carnegie** hat wieder je 1 Million Dollars zu den schon früher gespendeten gestiftet für das Carnegie-Institut und die Carnegie Polytechnische Hochschule in Pittsburg und 50 000 Dollars für die Errichtung einer öffentlichen Bibliothek in Springfield geschenkt.

Mr. **William Keyser** hat 200 000 Dollars für die Millionen-Stiftung der Johns Hopkins Universität beigetragen, so dass schon 750 000 Dollars im ganzen gestiftet sind.

Die fünf Preise der **Alfred Nobel-Stiftung** sind zum ersten Mal am Todestage des hochherzigen Stifters, am 10. December, in Höhe von insgesamt 1 100 000 Mark an Prof. v. Roentgen (Physik-Preis), Prof. van t'Hoff (Chemie-Preis), Prof. Behring (Medicin-Preis), Sully Prudhomme (Litteratur-Preis) und an H. Dumont und F. Passy (Friedens-Preise) vertheilt worden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 7. Heft. **F. S. Archenhold,** Direktor der Treptow-Sternwarte. **1902 Januar 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Die Doppelsterne.

Erst wenig über ein Jahrhundert ist vergangen, seitdem durch die Entdeckungen William Herschels die grosse Häufigkeit der Doppelsterne nachgewiesen worden ist, von Sternsystemen, in denen sich zwei, zuweilen auch mehrere Sterne so nahe stehen, dass sie nur mit Hilfe guter Fernrohre getrennt gesehen werden können. Je mehr die Fernrohre vervollkommnet wurden, je höhere Vergrösserungen sie vertrugen bei wachsender Präcision der Sternbildchen, desto leichter wurde es, solche Zwillingssterne „aufzulösen", die Glieder eines derartigen Sternpaares als einzelne Lichtpunkte zu erkennen. Dabei stiessen die Astronomen auf immer engere, neue Doppelsterne, wie es auch in der Folgezeit sehr oft vorkam, dass ein Glied eines von früher bekannten Paares sich im schärfer zeigenden Teleskop selbst wieder als doppelt erwies. Die Riesenfernrohre der Neuzeit haben so zahlreiche Beispiele engster Sternsysteme geliefert, dass der vornehmste Entdecker aus dieser Periode, S. W. Burnham, der Mehrheit der älteren Paare den Charakter eigentlicher Doppelsterne ganz absprechen zu dürfen glaubt. Als solche kann man nur „physische" Systeme gelten lassen, deren zwei oder mehr Glieder sich thatsächlich im Raume nahe stehen und umeinander kreisen, wie ein Planet um die Sonne oder der Mond um unsere Erde. Andere Doppelsterne stellen sich uns jetzt blos zufällig als solche dar, indem wir, von unserem gegenwärtigen Standpunkte im Weltall aus, zwei weit hintereinander befindliche Sterne scheinbar in derselben Richtung erblicken. Aber wie alle Fixsterne, so haben auch diese beiden sich ganz fremden Weltkörper ihre besonderen Bewegungen, ihre Wege scheinen sich jetzt zu kreuzen. Ueber kurz oder lang, je nach ihrer Geschwindigkeit, werden diese Sterne wieder weit von einander abstehen, zumal wir selbst wegen des Ortswechsels unseres eigenen Sonnensystems nach und nach alle Constellationen des Himmels sich umwandeln sehen. Physisch verbundene Sterne werden sich dagegen immer nahe bleiben, sie wandern gemeinsam durch den Raum und der Sonnenlauf bewirkt nur durch Entfernungsänderung eine allmähliche Erweiterung oder Verengung des wahrgenommenen gegenseitigen Abstandes dieser Sterne. Jegliche Aenderung und aller Wechsel im Weltbilde wird vom forschenden Menschengeiste ausgenützt zur Ergründung der Ursachen des Geschehenen und von solchem Gesichtspunkte



aus ist gerade das Studium der Doppelsterne von grösster Bedeutung für die Erkenntnis der Sternenwelt, weil in diesen Systemen die raschesten und gesetzmässigsten Aenderungen erfolgen. Wir beobachten, wie ein Stern um den anderen oder richtiger beide um den Schwerpunkt des ganzen Doppelsternsystems Bahnen beschreiben von ähnlicher Form und deshalb höchstwahrscheinlich von demselben Gesetze der Schwere bestimmt, wie die Planeten- und Kometenbahnen.

Könnte ein Beobachter im Siriussystem unsere Erde neben der Sonne wahrnehmen, so würde er finden, dass deren Bahn ein Kreis von 0,4 " Halbmesser wäre. Den Jupiter würde er sich bis zu 2 ", den Neptun bis zu 11 " von der Sonne entfernen sehen. Die Halbmesser der Bahnen dieser drei Planeten, also ihre mittleren Abstände von der Sonne würden aus der durchschnittlichen Entfernung der Sterne 1. Gr. nur noch unter den Gesichtswinkeln von 0,15 ", 0,75 " und 4,5 " erscheinen, von Sternen 6. Gr. aus betrachtet, unter noch zehnmal kleineren Winkeln. In diesem Sinne hat daher Burnham vollständig recht, wenn er sagt, dass nur die ganz engen Doppelsterne Aufschluss über die Gesetze der Bahnbewegung geben können. Nun finden sich unter 812 vom älteren Herschel entdeckten Doppelsternen nur 36, unter den 3429 von seinem Sohne katalogisierten Paaren nur 22, deren Glieder sich innerhalb 2 " nahe stehen. W. Struve gab unter 2640 Systemen 405, O. Struve unter 557 Doppelsternen 217 von höchstens 2 " Distanz bekannt. Dagegen zählt man unter den nahe 1300 Entdeckungen Burnhams etwa 700 solche enge Systeme, fast 400 davon zeigen eine Distanz von weniger als 1 ". In den letzten drei Jahren sind auf der Licksternwarte zu diesen Burnham'schen Sternsystemen noch mehrere Hunderte ähnlicher Sternpaare hinzugefügt worden, dank den Bemühungen von Aitken und Hussey.

Wie die vorigen Vergleichungen mit den Verhältnissen in unserem Sonnensystem zeigten, können wir bei Doppelsternen, in denen der Centralkörper ein unserer Sonne ähnliches Gestirn ist, uns aber nur als Stern 6. Gr. erscheint, kaum eine Umlaufszeit des Begleiters unter einem Jahrhundert erwarten, wenn die mittlere Distanz vom Hauptstern 1 " übersteigt. Allerdings sind bei jenen Sonnenpaaren die Einzelglieder zumeist lange nicht so an Grösse und Masse verschieden, wie unsere Sonne und die Planeten; die scheinbare Helligkeit der Componenten ist dabei kein Mass für ihre Massen, indem häufig der schwächere Stern den helleren an wahrer Grösse zu übertreffen scheint. Dieser merkwürdige Widerspruch dürfte in Zukunft noch eine grosse Bedeutung gewinnen für die Erklärung der Entwicklung eines leuchtenden, sonnenartigen Weltkörpers; einstweilen gilt er nur als Beweis, dass Masse und Leuchtkraft der Sterne ganz unabhängige Dinge sind, ein gewiss sehr wertvolles Resultat für die Erkenntnis des Weltganzen.

Nach dem Vorhergehenden ist es leicht verständlich, dass bei der erst einhundertjährigen Beobachtungszeit der Doppelsterne kurze Umlaufszeiten einzelner Systeme erst in wenigen Fällen nachgewiesen werden konnten. Je enger ein Sternpaar ist, desto schwieriger wird die Beobachtung, je grösser die Distanz der beiden Sterne, desto längere Zeit dauert deren Periode. Die Berechnung der Doppelsternbahnen hat ebenfalls mit manchen Schwierigkeiten zu kämpfen, so dass die Ergebnisse sich nie so gut verbürgen lassen wie die Rechnungsresultate in anderen Teilen der Sternkunde. Allein diese geringere Genauigkeit liegt in der Natur der Sache, in der Kleinheit der beobachteten Grössen begründet. Mit einiger Sicherheit sind bis jetzt berechnet

5	Doppelsterne	mit weniger als			20	Jahren	Umlaufszeit,
6	-	von	20	bis	30	-	-
4	-	-	30	-	40	-	-
6	-	-	40	-	50	-	-
6	-	-	50	-	75	-	-
14	-	-	75	-	100	-	-
15	-	-	100	-	150	-	-
10	-	-	150	-	200	-	-
12	-	-	über		200	-	-

Am raschesten erfolgt der Umlauf der Componenten, wie die neuesten Untersuchungen von Hussey wahrscheinlich gemacht haben, bei dem Doppelstern δ im Füllen, nämlich in nur 5,7 Jahren; die Sterne stehen im Mittel 0,45" von einander entfernt, waren aber im Jahre 1900 selbst im 36zölligen Lickrefraktor kaum zu trennen, nach Aitken's Messungen betrug Ende 1900 der Abstand nur 0,1" bis 0,2", eine vorzügliche Leistung des genannten Fernrohrs. Hierauf kommen $\varkappa$ im Pegasus mit 11,4 Jahren, zwei schwächere Paare mit 15,8 und 16,3 und ζ im Schützen mit 17,7 Jahren Umlaufszeit.

Eine Periode von 34 Jahren besitzt nach den Rechnungen von Prof. Ludwig Struve der Begleiter des Procyon, dessen Existenz sich schon lange an einer eigentümlich in Schlangenlinie erfolgten Bewegung des hellen Procyonsterns verraten hat, der aber erst 1897 von Schaeberle, dem damaligen Direktor der Lickstemwarte, mit dem grossen Refraktor gesehen werden konnte. Die Bewegung des Procyon seit 1750, in der Form das Spiegelbild der Bahn des ungesehenen Begleiters combiniert mit der Eigenbewegung des gesamten Doppelsternsystems, führte nach den Untersuchungen von Prof. Auwers auf die etwas längere Periode von 39,9 Jahren, während spezielle Beobachtungen der Procyonbewegung von O. Struve, ein ganzes Menschenalter hindurch fortgeführt und von L. Struve bearbeitet, 37,1 Jahre Umlaufszeit geben. Diese verhältnissmässig so nahe stimmenden Zahlen beweisen, wie sicher die „Astronomie des Unsichtbaren" ihrer Resultate ist.

Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Siriusbegleiter. Aus der ungleichmässigen Bewegung des Sirius hatte Auwers 1862 die Umlaufszeit des nicht gesehenen Nebensterns zu 49,4 Jahren bestimmt. Im gleichen Jahre wurde der Begleiter von A. Clark entdeckt. Im Jahre 1890 verschwand das schwache Sternchen wieder in den Strahlen des hellglänzenden Hauptsterns. Die Beobachtungen, welche in diesem 28jährigen Zeitraume angestellt sind, schienen auf eine Periode von etwas über 52 Jahren zu deuten, indessen ergab die Stellung und der Lauf des 1897 wieder neben dem Sirius aufgetauchten und sich nun von diesem mehr und mehr entfernenden Begleiters nach Zwiers' Berechnung eine Umlaufszeit von 48,8 Jahren.

Fast zwingend ist die Existenz eines noch nicht direkt gesehenen Sterns im Systeme von ζ im Krebs durch Prof. Seeliger nachgewiesen, und zwar wäre dies der vierte Stern, nämlich ein Begleiter des 6" von dem als enger Doppelstern bekannten Centralkörper abstehenden Nebensterns. In dem Nebensystem dauert die Umlaufszeit 18, im Centralsystem 59 Jahre, wie lange die Umlaufszeit beider Systeme umeinander währt, ist noch unbekannt, jedenfalls übersteigt sie ein Jahrtausend.

Höchst sonderbar ist das Ergebnis einer Rechnung von Herrn T. Lewis (in Greenwich) über den Doppelstern ζ im Herkules. Die Periode scheint etwas

länger als 30 Jahre zu sein, sie scheint aber, da drei Umläufe bereits beobachtet sind, allmählich zugenommen zu haben, von 31,4 auf 32,4 und 33,9 Jahre. Dieses ungewöhnliche Resultat erinnert an die Veränderlichkeit der Kometenbahnen in unserem Sonnensystem, würde aber die Annahme des Vorhandenseins eines, wenn nicht mehrerer „dunkler“ Körper notwendig machen, welche die Bewegung der zwei leuchtenden Glieder des Systems „stören“.

Der unserem Sonnensystem am nächsten stehende Fixstern α im Centaur ist ebenfalls ein interessanter Doppelstern, sowohl wegen der grossen Helligkeit der Componenten, die 1. und 3. Gr. sind, als auch wegen der grossen Dimension der Bahn; gegenwärtig befinden sich die Componenten in ihrer grössten Distanz, die etwa 22″ beträgt. Für die Umlaufszeit haben wir nach den neuesten Berechnungen von Gill, Roberts und See den auf wenige Wochen sicheren Wert von 81,0 Jahren.

Zu den nächsten Sternen der Nordhalbkugel gehört der rasch am Himmel dahineilende Doppelstern 61 im Schwan. Die Entfernung von der Sonne ist nicht wesentlich von der Siriusweite verschieden. Die Distanz der Componenten, einstweilen wegen der langsamen Bahnbewegung schwer festzustellen, ist ungefähr dreimal so gross als im Siriussystem. Bei gleichen Massen wäre demnach eine fünfmal grössere Umlaufszeit, also eine Periode von 400 Jahren bei 61 Cygei zu erwarten. In Wirklichkeit muss, wie namentlich die letzten Rechnungen von C. F. W. Peters darthun, die Umlaufszeit noch viel grösser, an 800 Jahre sein, die Masse des Systems ist also sehr gering, beide Sterne zusammen machen nur etwa die halbe Sonnenmasse aus. Auch ihre Leuchtkraft steht hinter der unserer Sonne zurück, um das 15- und 30fache.

Ein ebenfalls sehr schwierig zu berechnender Doppelstern ist Castor in den Zwillingen, obwohl er schon seit fast zweihundert Jahren beobachtet ist. Die letzte Bahnbestimmung von W. Doberek (1898) hat eine Periode von 318 Jahren bei einer mittleren Distanz von 6,6″ ergeben. Dieser Doppelstern erweckt aber darum unser ganz besonderes Interesse, weil sein Hauptstern mit Hilfe spektroskopischer Beobachtungen, wiederum als doppelt nachgewiesen worden ist. Hierin besteht eine der bedeutsamsten Entdeckungen des letzten Jahrzehnts im abgelaufenen Jahrhundert, dass man aus dem Aussehen und der Lage der Spektrallinien der Sterne, wenigstens der hellsten, erkennen kann, ob diese Sterne einfach oder doppelt sind. Spektroskopisch sind bis jetzt Umlaufszeiten von 2,5 Jahren, ungefähr die Hälfte der Periode des raschesten „optischen“ Doppelsterns δ im Füllen, bis herab zu etwa einem Tage konstatiert worden und das in so zahlreichen Fällen, dass man bei fortgesetzter und mit verfeinerten Instrumenten durchgeführter Untersuchung der Sterne allmählich bei den meisten den Doppelsterncharakter entdecken dürfte. Ein solches Forschungsergebnis wäre aber ein neuer Beweis für die hohe wissenschaftliche Bedeutung der Doppelsterne, namentlich auch in Hinsicht auf die Anschauungen über die Entstehungen der engeren und der weiteren Weltsysteme. In einem anderen Artikel sollen demnächst einige besonders interessante Beispiele von „spektroskopischen“ Sternsystemen behandelt werden.

A. Berberich.



Die Bedeutung der modernen historischen Forschung in den mathematischen Wissenschaften.

Das jüngst verflossene Jahrhundert hat nicht nur das Gesamtgebiet der Naturwissenschaften bedeutend erweitert, sondern es hat auch die Geschichtsforschung in den exacten Wissenschaften aufblühen lassen und hiermit die Kenntnis von der Natur selbst vertieft. Durch mühsame oft mit Unrecht verachtete philologische Forschungen scharfsinniger Mathematiker und Astronomen ward Gelegenheit geboten, das feste unumstössliche Fundament in seiner Entwicklung vorzuführen, auf dem sich der Prachtbau unseres heutigen Wissens von der Natur und ihren Rätseln erhebt. Achtung und Bewunderung empfinden wir vor den Geistesgrössen der Vorzeit, welche kühnen Schrittes sich zuerst in das dunkele geheimnisvolle Land der Erkenntnis wagten, sich mühsam auf rauhen Pfaden Bahn brachen, um die herrlichen Früchte ihrer harten Arbeit uns Nachkommen zu überlassen.

Es kann hier nicht der Ort sein, alle diejenigen Mathematiker und Philologen zu nennen, welche uns das Interesse und hiermit auch das Verständnis für die jahrtausend alte Geschichte der Naturwissenschaften einflössten. Haben doch die kritischen Forschungen eines Ideler, Boeckh, Moritz Cantor, Max Curtze, S. Guenther und Schiaparelli ihren Autoren ein Denkmal gesetzt, das wahrlich für „*aere perennius*" gehalten werden kann.

Die Geschichte der exacten Wissenschaften wuchs nur langsam als schwacher Keim aus dem noch ungedüngten Boden. Montucla's „*Histoire des Mathématiques*" — im Jahre 1758 erschienen — hat wohl das erste Samenkorn spriessen lassen, aber es dauerte viele Jahrzehnte, ehe die Forschungen jener gelehrten Historiker der mathematischen Wissenschaften nach Gebühr gewürdigt wurden. Und noch bis in die moderne Zeit hinein gab es grosse Naturforscher, deren missfällige Beurteilung geschichtlicher Forschungen in ihrem Wissenszweige man nur mit der völligen Ermangelung eines historischen Gefühls erklären kann. Und doch hatte schon der „Aristoteles der Neuzeit", Alexander von Humboldt, in seinem „Kosmos" auf die hervorragende Bedeutung der Geschichte für die Weiterentwickelung der Wissenschaften mit seiner classisch-schönen Sprache hingewiesen. Die kühle, objective Betrachtung des Lebens und Wirkens grosser Männer der Vorzeit schärft nicht nur unser kritisches Urteil, es erweitert nicht nur unseren geistigen Gesichtskreis in bedeutendem Masse, sondern begeistert uns auch, jenen edlen Vorbildern nach Möglichkeit gleichzukommen, um einst in der Geschichte der Wissenschaft gleichfalls ehrend erwähnt zu werden.

Doch auch den breiteren Schichten des gebildeten Laientums haben jene historischen Forschungen in den mathematischen Wissenschaften reichen Segen gebracht. Man lernte die einzelnen Perioden der Culturgeschichte und die Bedeutung der in Frage kommenden civilisierten Völker für dieselbe näher kennen und besser würdigen. Manch einem „falschen Propheten der Vorzeit" ward der Nimbus unbarmherzig zerstört, den er um seine Persönlichkeit gelegt hatte. Es befreite die historisch-philologische Forschung des letzten Jahrhunderts die gebildete Menschheit auch von dem Banne einer unberechtigten Anbetung des klassischen Altertums als der einzigen Quelle unserer heutigen Cultur.

Durch Studien in den orientalischen Sprachen ward man befähigt, die volle Bedeutung der semitischen Völker für die Weiterentwickelung der mathematischen Wissenschaften, besonders der Astronomie, im Mittelalter, wie auch teilweise im Altertum, zu erkennen. Es vernichtete diese Erkenntnis auch den Eigendünkel einiger Gelehrter, welche jedweden historischen Gefühls bar waren. Man lernte ganze Völkerschaften, die uns jetzt im Ruhepunkte ihrer Entwickelung entgegentreten, ihrer ruhmreichen Vergangenheit wegen schätzen. So erhielten wir z. B. durch die vereinten Forschungen von Sinologen und Historikern der Mathematik ein ganz anderes Bild von dem geistigen Zustande des Chinesenvolkes. Sie sahen ein, dass es das grösste Unglück dieses Volkes war, nach jener hohen culturellen Blüte nicht untergehen zu können, sondern wie jene mitleiderregende Gestalt des Ahasver ewig, aber in Erstarrung leben zu müssen. Wenn somit die historische Forschung in den Naturwissenschaften uns vor einseitiger Beurteilung culturgeschichtlicher Leistungen bewahrt, so verdient sie noch, aus weit gewichtigeren Gründen die Beachtung eines jeden Gebildeten.

Gehen wir in unseren historischen Forschungen bis auf die Urzeit menschlicher Kultur zurück, so bemerken wir dort eine Erscheinung, welche im Kindheitsalter des einzelnen Menschen, sowie der Menschheit überhaupt deutlich hervortritt.

Das schwankende fantasiebegabte Innere eines Kindes ist nicht fähig, die Ereignisse der Aussenwelt ohne weiteres auf natürliche Vorgänge zurückzuführen. Es liegt eben in jedem Menschen ein Keim zu metaphysischen Spekulationen, der ihm die Dinge nicht erkennen lässt, wie sie sind, sondern wie seine eigene Fantasie dieselben ihm vorgaukelt.

Der Kontrast der silberhellen Mondstrahlen in dunkler Nacht, die mannigfachen Lichtreflexe des Mondscheins auf thaubenetzten Wiesen und auf stillen Waldteichen, die eigentümliche, zitternde Wellenbewegung der Luft in einer Sommernacht liessen im Urmenschen — der geistig ein Kind war — jene elfenhaften Wesen entstehen, welche Flur und Hain beleben und nachts mit ihrem magischen Glanze die Gefilde erhellen sollten. Die Sumpflichter wurden zu verrufenen Geistern, die in dunkler Nacht dem einsamen Wanderer unheilschwanger entgegenhüpften. In ähnlicher Weise wurden die Himmelsphänomene symbolisiert.

Es sieht sich daher der Historiker der Astronomie, welcher die Urzeit menschlicher Gesittung zum Arbeitsfeld wählen will, veranlasst, aus den Mythen der Urvölker ihre astronomischen Kenntnisse herauszulesen, den Grundkern ihres Wissens in der Natur von jener undurchsichtbaren Sagenhülle zu befreien. — Weil nun der Astronom in seiner ältesten Geschichte sich auf die mythologischen Anschauungen der Völkerpsyche zu stützen hat, so sind die Resultate seiner Forschung auch von höchster ethisch-religiöser Bedeutung.

Man erkennt, dass die täglichen Vorgänge am Himmelszelt zuerst jenen Keim in der Völkerseele entfalten liessen, den wir schlechthin „religiöses Gefühl" nennen. Die feinsten seelischen Unterschiede im Völkerleben treten dem Historiker der Astronomie zu Tage.

Man lernt würdigen, dass diejenigen Völker, welche durch die natürliche Lage ihres Heimatslandes in erster Linie die Bedeutung des Sonnenballes für das irdische Leben erkannten, in diesem ihren höchsten, und was nicht zu vergessen ist — auch einzigen Gott verehrten; denn, wie die hellsten Sterne vor den Strahlen der Tagesgöttin erblassen, so sank auch die Bedeutung jener

übrigens erst später entstandenen Nebengötter beim Vergleiche mit dem obersten Gotte. Der „Ammon-Râ“ war den Aegyptern wie allen sonnenanbetenden Völkern der Urzeit eine Versinnbildlichung des Alls in seinem Werden und Vergehen; deshalb mussten alle Gefahren, welche ihm drohten, auch den Sonnenanbetern selbst verderblich erscheinen. Man bemerkte mit Schrecken, dass jenes himmlische Gestirn, welches den niederen Wesen so freigebig Licht, Leben und Wärme spendete, oft seinen Glanz plötzlich einhüllte. Es wurde dies auf den Einfluss böser Dämonen zurückgeführt, welche dem Lichtgotte, dem Prinzip alles Guten, Nachstellungen bereiteten. Und brach sich das Sonnenlicht wieder siegreich Bahn und küsste mit seinen goldigen Strahlen die Gefilde, dann erhob sich ein endloses Jauchzen und Jubeln im Volke, denn der Lichtgott war gerettet! Wir begegnen diesen Mythen bei allen Völkern des Erdballes. Der Grundkern jener altgermanischen Sage von Baldur, dem gütigen Lichtgotte, welcher endlich den Ränken des bösen Loki zum Opfer fällt, vom Feuriswolfe, welcher die Sonne, das Auge Wotans, zu verschlingen droht, stimmt überein nicht nur mit der indischen Sage vom Kampfe des wilden Jägers und dem Sonnenhirsche, sondern auch mit den entsprechenden Sagen semitischer und hamitischer Völker — wenn man unter „hamitisch“ alle Völkerschaften verstehen will, deren Sprache mit den semitischen und arischen Sprachen keinerlei Verwandschaft zeigt.

Wir mussten hierüber eine breitere Darstellung geben, weil uns gerade die vergleichende Kosmologie und Mythologie — d. h. eben die astronomische Forschung in mythischen Texten befähigt, als Urreligion des gesamten Menschengeschlechts nicht den rohen Fetischismus, auch nicht die gedankenlose Anbetung von Ahnenbildern zu erkennen, sondern die Anbetung der funkelnden Sternenwelt, welche in unerreichbarer Höhe urewige Bahnen zieht.

Historisch-astronomische Forschungen interessieren daher einen jeden Gebildeten; sie befreien auch von einer beschränkten einseitigen Auffassung in religiösen und ethischen Dingen.

Erheben und fördern wird uns ein Studium kultureller Bestrebungen in der Vergangenheit. Es wird uns anspornen, gleich unseren Vorkämpfern auf dem Felde der Wissenschaft, den irrenden Mächten zu trotzen, weiter empor zu klimmen den Berg der Erkenntnis, von dessen Spitze das ewige Licht verheissungsvoll uns entgegenstrahlt!

Auf rauhen Pfaden wollen wir uns Bahn brechen zur Höhe, zum Lichte, zur Sonne! Per aspera ad astra! Max Jacobi.



Kleine Mitteilungen.

Der Luftschiffer Santos-Dumont hat den von Henry Deutsch ausgesetzten Preis von 100,000 Franken für eine Rundfahrt um den Eiffelturm erhalten, obgleich er einige Sekunden später als festgesetzt war, zur Abfahrtsstelle zurückkehrte. (Vergl. „Weltall“ I. Jg. S. 52.)

* * *

Astronomische Vorlesungen an der Humboldt-Akademie im I. Quartal 1902. Doc. F. S. Archenhold beginnt am Donnerstag, den 9. Januar, in der Lehrstätte NW., Dorotheenstädtisches Realgymnasium, den zehnstündigen Cyclus: „Weltanschauung und Himmelskunde, der Wandel des Weltbildes unter dem Einflusse der Himmelsbeobachtung“ und am Dienstag, den 14. Januar, in der Lehrstätte W., Falkrealgymnasium, den zehnstündigen Cyclus: „Einführung in die Astronomie“.

Aufruf, betreffend Errichtung einer Vortragshalle. Die Treptow-Sternwarte und der Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte (Eingetr. Ver.) haben nachstehenden Aufruf erlassen:

„Zwei Dinge sind es, die das Gemüt immer mit neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht erfüllen, je öfter und je anhaltender sich der Geist mit ihnen beschäftigt: der gestirnte Himmel über mir und das ethische Gesetz in mir". Kant.

„Es ist ein grosser Fortschritt der Menschheit, dass man allmählich immer mehr auf diejenigen Hilf- und Weckrufe zu achten beginnt, welche das Emporkommen und Entfalten der genialen Volkskräfte bezwecken, anstatt jenen Stimmen Gehör zu schenken, welche blos dem Niedergang irgend einer löblichen Sache Einhalt zu thun beabsichtigen.

Wir hören, dass in Amerika Herr Andrew Carnegie Millionen dem Volke geschenkt hat, um in den verschiedenen Städten Vortragshallen zu errichten und auf diese Art seinen Teil zur grossen Arbeit der Menschenbildung beizutragen.

Diesem edelsten Zwecke dient vornehmlich die Treptow-Sternwarte. Die allgemein verständlichen, volkstümlichen Vorträge, welche sonntäglich, fünf Jahre hindurch, auf der Sternwarte in einem kleinen Raume gehalten wurden und oft so stark besucht sind, dass im Sommer fünf Vorträge hintereinander gehalten werden mussten, um dem Andrang Genüge zu thun, verlangen eine neue Vortragshalle, da die gegenwärtigen Verhältnisse in keiner Weise den öffentlichen Ansprüchen entgegenzukommen im stande sind.

Es soll zu diesem gemeinnützigen Zwecke, im Dienste wahrer Volkserziehung eine Summe zusammenkommen, die das Errichten einer Vortragshalle ermöglicht, welche diesem Bildungsunternehmen entspricht. Wir brauchen etwas über hunderttausend Mark, um diesen Plan so durchzuführen, dass diese Vortragshalle zugleich künstlerisch belebend auf die Besucher wirkt und die Schönheit und Ordnung der Gestirne, den ethischen Wert der Himmelskunde bildlich darthut.

Viele Hunderttausende von Mark werden alljährlich im Deutschen Reich für Stiftungen und Gaben bestimmt, welche oft nur beschränkte Einzelinteressen im Auge haben, während hier eine dauernde Institution für das allgemeine Wohl die Hand ausstreckt.

Es muss geholfen sein und wir glauben, wie Amerika seine grossherzigen Gönner hervorgebracht hat, welche für die Bildung des Volkes Millionen hergeben, so schlagen in unseren deutschen Gauen auch noch viele edelmütige Herzen, die uns helfen werden.

Wollen Sie an der Errichtung dieser Vortragshalle, die durch den Andrang von suchenden, strebsamen Menschen zu einer Notwendigkeit geworden ist, teilhaben? Wollen Sie zu dieser schönen That das Ihre beitragen und sich mit uns dieser Errungenschaft freuen?"

Bis heute sind bereits gezeichnet von

1.	Kgl. Geh. Commerzien-Rat C. Spindler, Berlin	1000 M.
2.	Frau Direktor Anna H...., Berlin	1000 -
3.	Frau Marie Schulenburg-Ottleben geb. Halske, Berlin	500 -
4.	Dr. Werner Weisbach, Berlin	300 -
5.	W. Dittmar, Berlin	100 -
6.	Dr. S. Riefler, München	100 -
7.	Frau E. d'Alton, Berlin	50 -
8.	Rathenower opt. Industrie-Anstalt, vorm. Emil Busch A.-G., Rathenow	50 -
9.	Friedrich Treitschke, Erfurt	50 -
10.	Dr. med. Max Eisenberg, Berlin.	50 -
11.	Direktor F. S. Archenhold, Treptow	50 -
12.	Dr. med. Paul Schmidt, Baumschulenweg-Treptow	20 -
13.	S. Weil, Bankdirektor, Berlin	20 -
14.	Auskunftei W. Schimmelpfeng, Berlin	20 M.
15.	Dr. Ernst Noah, Berlin	20 -
16.	Alfred Gartz, Berlin	20 -
17.	Carl Reichert, Mikroskopfabrikant, Wien	20 -
18.	Otto Hasselkampf, Potsdam	20 -
19.	Keusberg & Ulbrich, Berlin	20 -
20.	F. Kallgarten, Frankfurt a. M.	10 -
21.	M. Gotthelf, Berlin	10 -
22.	H. Bloch, i. F. S. Calvary & Co., Berlin	10 -
23.	Alfred Markus, Berlin	10 -
24.	Prof. Dr. M. Thiesen, Friedrichshagen	10 -
25.	Max Runge, Berlin	10 -
26.	Richard Galle, Berlin	10 -
27.	Prof. Dr. Victor Knorre, Berlin	5 -

Diese ersten Spenden für die Errichtung der Vortragshalle beweisen, dass auch in Deutschland die Bedeutung der volksbildenden Aufgaben immer mehr erkannt und gewürdigt werden. Den freundlichen Spendern gebührt wärmster Dank für diese Bethätigung ihres Gemeinsamkeitssinnes.

Weitere Beitragszeichnungen nimmt die Deutsche Genossenschaftsbank von Soergel, Parisius & Co., Berlin W., Charlotten-Strasse 35a, entgegen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 8. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1902 Januar 15.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Ueber die Verfertiger der Pekinger Instrumente.

Noch bevor in Europa eine Sternwarte errichtet war, besass China unter dem genialen Begründer der Mongolendynastie, Kublai Chan, einen Astronomen Scheu-King, der als Erfinder von 17 astronomischen Instrumenten genannt wird, die aus Bronze hergestellt, den Stolz des kaiserlichen Observatoriums zu Peking ausmachten, bis sie durch die nach europäischem Muster gearbeiteten voll-



Pater Matthieu Ricci. Pater Adam Schaal. Pater Ferdinand Verbiest.

kommeneren Werke der Jesuiten ersetzt wurden. Wir zeigen unseren Lesern drei der bedeutendsten Jesuitenpatres*), deren Einfluss in China im 17. Jahrhundert ein gewaltiger war.

Matthieu Ricci war einer der ersten Jesuiten, die nach China kamen. Gemeinsam mit P. Roger und P. Pasio hatte Ricci von dem Vicekönig zu

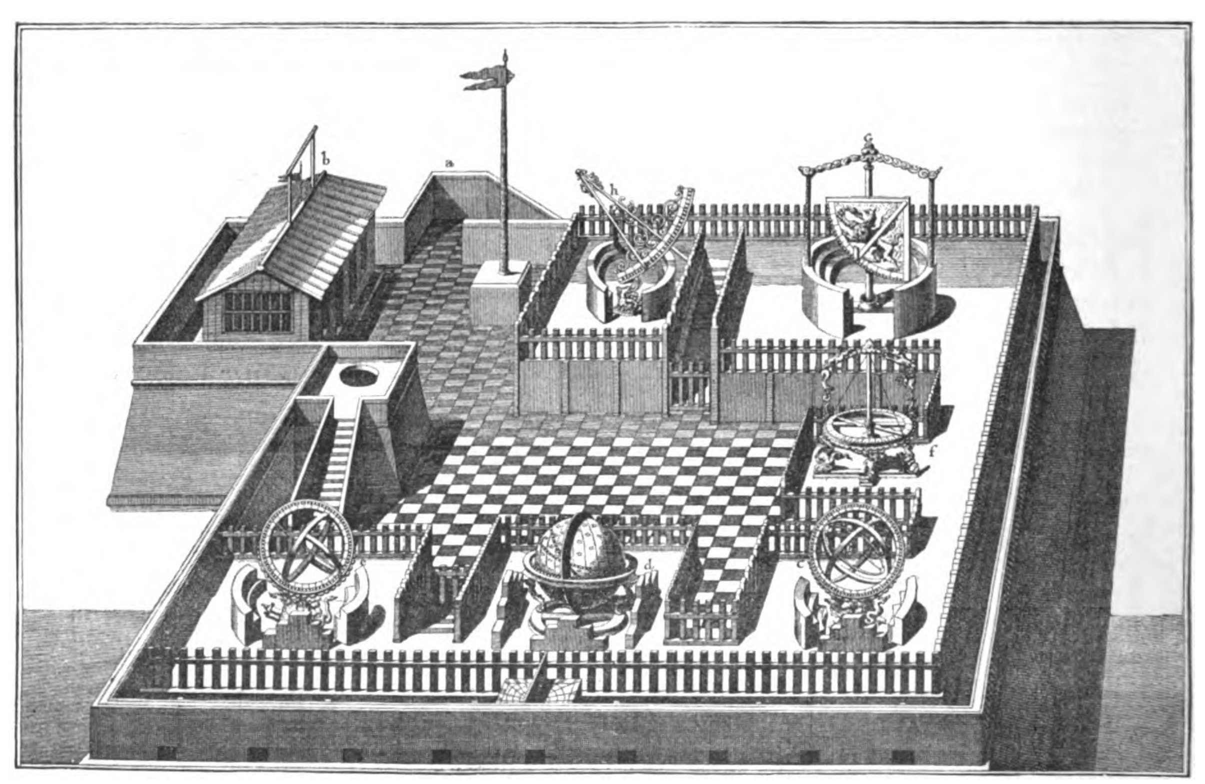
*) Diese Abbildung, wie die folgende, ist dem Werke von *J. B. du Halde, de la Compagnie de Jesus: „Description géographique, historique, chronologique, politique et physique de l'empire de la Chine et de la Tartarie chinoise.“ 4 vls. Avec 64 figures, planches et cartes. La Haye 1736,* entlehnt, das Herr Hugo Bloch i. F. S. Calvary & Co. in dem Bestande seines Antiquariats aufgefunden und zur Reproduction freundlichst hergeliehen hat.



Chao-king die Erlaubnis zur Ansiedelung in der Provinz *Quang-tong* erhalten und es verstanden, sich grossen Einfluss durch sein sanftes Wesen, seine Beherrschung der chinesischen Sprache und insbesonders durch seine mathematischen Kenntnisse, die er in Rom unter Clavius erworben hatte, zu verschaffen. Fast alle gebildeten Chinesen strömten ihm zu. Eine von ihm entworfene geographische Karte war das Entzücken seiner Besucher, obgleich durch dieselbe die Illusion von der Grösse Chinas zerstört wurde.

Nach siebenjährigem Wirken in *Chao-king* wurde Ricci durch einen neuen Vicekönig verjagt, aber alsbald wieder von *Macao,* wohin er sich geflüchtet hatte, zurückgerufen. In *Chao tcheou* gründete er eine neue Kirche. Von hier

Observatorium zu Peking
vor 1736.



a Aufstieg zum Observatorium — b Warteraum für die Beobachter — c Aequinoxialsphäre — d Himmelsglobus — e Zodiacalsphäre — f Azimutalkreis — G Quadrant — h Sextant.

drang Ricci auf dem Flusse *Yang-tse-kiang,* „Sohn des Meeres," bis *Nanking* und schliesslich bis *Peking* vor. Hier gelang es Ricci, nach zwanzigjähriger Arbeit mit Erlaubnis des Kaisers von China ein Institut zu errichten, das bald der Sammelpunkt aller höheren Beamten wurde. Noch 7 Jahre war es ihm beschieden, hier zu wirken, bis der Tod im Jahre 1610 im Alter von 58 Jahren seinem arbeitsreichen und mühevollen Leben ein Ende setzte. Der Kaiser liess ihm alle Ehren der Mandarine bei seiner Beisetzung erweisen.

Schon im Jahre 1615 wurden die Missionare gezwungen, Peking wieder zu verlassen und es gelang erst dem deutschen Pater Adam Schaal, geboren in Köln, wieder Zutritt zum Hofe zu erlangen. Schaal wurde alsbald der Lehrer des Kaisers *Kanghi* und Präsident des mathematischen Kollegs.

Neben ihm wirkte noch der Pater Ferdinand Verbiest, ein Mann von grossem technischem Geschick, der es verstand, den Kaiser Kanghi von der Minderwertigkeit der alten Instrumente des *Scheu-King* zu überzeugen und den Auftrag zur Anfertigung neuer Instrumente nach eigner Konstruktion zu erhalten. Sie wurden im Jahre 1673 auf dem alten chinesischen Observatorium Pekings aufgestellt in einer Anordnung, wie es unsere Abbildung zeigt. Die Arbeit ist von chinesischen Bronzegiessern und Ciseleuren ausgeführt und ohne Zweifel von hohem künstlerischen Wert. Die Verzierungen bewegen sich in der Formensprache chinesischer Schnörkel und Drachentiere. Der Bronzeguss hat im Laufe der Jahrhunderte durch eine glänzende Patina eine eigenartige Schönheit erhalten, da die Instrumente, wie unsere Abbildung zeigt, völlig im Freien standen. Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus haben die Instrumente heute nur noch einen historischen Wert. Es ist möglich, dass auch später von einem Münchener Pater Gogeissel einige Instrumente hinzugekommen sind. So bedarf es noch weiterer Untersuchung, ob die nach Deutschland transportierten und in Potsdam aufbewahrten Instrumente alle unter der Leitung des Paters Verbiest in China angefertigt sind oder zum Teil aus Europa stammen. Es ist auch Verbiest's Verdienst, den chinesischen Kalender, der in Unordnung geraten war, reformiert zu haben. Als Verbiest starb, liess der Kaiser ihn mit chinesischem Pomp begraben und verlieh ihm den Titel *Ta-jin*, d. h. „grosser Mann". Nach chinesischer Art wurde dieser Titel auch allen Vorfahren Verbiest's verliehen.

F. S. Archenhold.



Die astronomische Theorie des Alters der Eiszeit.

Allgemein bekannt ist die Thatsache, dass wiederholt in längstverflossenen Zeiten das organische Leben auf ausgedehnten Ländergebieten gestört und sogar ganz unterbrochen worden ist durch Eiszeiten, das heisst durch Veränderungen des Klimas, die mit bedeutender Temperaturverminderung verbunden waren. An vielen Orten Deutschlands liegen die Spuren der einstigen Vergletscherung deutlich zu Tage in welligen Moränenhügeln, Gletscherschliffen an Gesteinswänden und in oft riesigen „Findlingsblöcken", Felsen, die von weit her durch das Eis in das heutige Flachland transportiert worden sind.

Durch welche Ursachen das Klima eines grossen Teiles der Erdoberfläche so erheblich verändert werden konnte, ist eine häufig gestellte und sehr verschieden beantwortete Frage. Namhafte Geologen, wie Brückner und Penk, sprachen sich für die Gleichzeitigkeit der Vereisung auf der nördlichen und der südlichen Erdhalbkugel aus. Notwendigerweise muss man dann auf eine ausserirdische Ursache der Temperaturabnahme schliessen, war aber rein auf Hypothesen angewiesen. Man rechnete mit einer in langen Zeiträumen sich abspielenden Veränderlichkeit der Sonnenstrahlung, die an sich nicht bedeutend zu sein brauchte, aber durch die lange Dauer grosse Wirkungen auszuüben vermochte. Kürzer währende Klimaschwankungen, namentlich eine 35jährige Periode, wurden ja ebenfalls in Beziehung zu den wechselnden Zuständen an der Sonnenoberfläche gebracht. Vor kurzem hat W. J. S. Lockyer auf Grund der R. Wolf'schen Sonnenflecken statistisch nachgewiesen, dass eine 35jährige Schwankung in der Dauer des Anwachsens des Fleckenareals in den einzelnen 11jährigen Flecken-

perioden existiert. Die Aeusserungen des Erdmagnetismus laufen bekanntlich der veränderlichen Fleckenhäufigkeit auf der Sonne im wesentlichen parallel. Lockyer findet die 35jährige Schwankung auch wieder in der Zeitdauer, die zwischen den Minimis und den Maximis der Bewegungen der Magnetnadel liegen. Es kann also kaum bezweifelt werden, dass in den Vorgängen auf und innerhalb der Sonne eine 35jährige Veränderlichkeit — etwa der Wärmezirkulation von innen nach aussen — zur Geltung gelangt, die ihre Wirkung auf der Erde noch fühlbar macht. Unmöglich wären daher Veränderungen der Sonnenstrahlung in Jahrtausende umfassenden Perioden nicht, einen weiteren Beweis dafür als eben die zu erklärenden Eiszeitperioden vermag aber niemand zu erbringen. Noch fraglicher ist die andere Hypothese, dass das Sonnensystem in seinem Lauf durch den Raum abwechselnd „wärmere“ und „kältere“ Gegenden kreuze.

Man hat andererseits rein geologische Erklärungsversuche gebracht, z. B. das Auftauchen oder Versinken grosser Kontinente im Ozean, womit unzweifelhaft grosse Veränderungen im Klima weiter Gebiete verbunden sein müssen. Eine Beeinflussung der Temperatur und Feuchtigkeit auf beiden Hemisphären in gleichem Sinne ist aber schwer denkbar, man müsste denn gerade zu diesem Zweck ganz eigene Hypothesen über die Lage und Grösse eines solchen problematischen Kontinentes machen.

Ueberhaupt dürfte die zeitliche Bestimmung der Eiszeitperioden an verschiedenen Erdteilen kaum genügend sicher sein, um deren Gleichzeitigkeit beweisen zu können, wenn diese Perioden selbst nur etliche Jahrtausende umfasst haben mögen. Darf man aber annehmen, dass eine Eiszeit sich jeweils nur auf eine Hemisphäre beschränkt hat, so bietet sich eine einfache Erklärung dieser gewaltigen Klimaveränderung in der wechselnden Dauer der Jahreszeiten. Eine solche astronomische Theorie wurde namentlich von Croll und R. S. Ball aufgestellt und weiter ausgearbeitet, während kürzlich Prof. C. V. L. Charlier, Direktor der Sternwarte in Lund, sie gegenüber einiger Einwürfe mit Erfolg verteidigt hat.

Wie Ball berechnet hat, kommen von der gesamten Sonnenwärme, welche eine Halbkugel der Erde, z. B. die nördliche, im Laufe des Jahres empfängt, 63 % auf die Zeit des Frühlings und Sommers, der Rest mit 37 % auf den Herbst und Winter. Neben der Erwärmung geht aber die Abkühlung der Erdoberfläche durch Ausstrahlung einher, die das ganze Jahr hindurch, von den wechselnden Witterungszuständen abgesehen, gleichförmig erfolgt. Im Sommerhalbjahr überwiegt die Erwärmung, im Winterhalbjahr die Abkühlung. Nun sind die beiden Halbjahre nur ausnahmsweise gleichlang. Die Erdbahn ist kein Kreis, sondern eine Ellipse, auf deren Peripherie sich die Erde im sonnennäheren Teile rascher, im sonnenferneren langsamer bewegt. Die Bahnellipse ändert ganz allmählich ihre Form, bald ist sie kreisähnlicher, bald stärker excentrisch als gegenwärtig. Je mehr sie von der Kreisgestalt abweicht, desto ungleichmässiger erfolgt der Jahreslauf der Erde. Dazu kommt noch, dass der Zeitpunkt, wann die Erde alljährlich am raschesten oder am langsamsten läuft, sich nach und nach verschiebt. Jetzt besitzt die Erde ihre grösste Bahngeschwindigkeit am 1. Januar — hier steht sie der Sonne am nächsten; vor 20 000 bis 70 000 Jahren befand sich die Erde in dieser Stellung im September, vor 110 000 Jahren im Juli — die Monatsrechnung richtet sich hierbei immer nach der Zeit des Frühlingsanfangs.

Unter den gegenwärtigen Verhältnissen ist das Winterhalbjahr der Nordhalbkugel um 7 Tage 16 Stunden kürzer als das Sommerhalbjahr. Für die

Aequatorgegenden, wo jahraus jahrein Tag und Nacht gleich lang sind, hat jener Unterschied keine Bedeutung, wohl aber für die nördlicheren Gegenden, an denen die Zeit der Wärmeausstrahlung im Sommer auf kurze Nächte beschränkt ist. Es giebt einen ganz erheblichen Wärmegewinn, wenn die Sonne eine volle Woche länger ihren höchsten Stand inne hat, als sie im Winter im Tiefstande verbleibt. Umgekehrt befindet sich die Südhalbkugel gegenwärtig im Nachteile, der indessen grossenteils — für den Menschen — dadurch ausgeglichen wird, dass die Festländer lange nicht so weit gegen Süden sich erstrecken als auf der Nordhemisphäre und dass die grossen Wassermassen der südlichen Ozeane gewissermassen die Sammler der Sommerwärme bilden, mittels der sie eine übermässige Abkühlung im langen Winter verhindern.

Wie schon zuvor bemerkt, ist das jetzige Verhältnis zwischen Sommer- und Winterdauer kein beständiges. Der Unterschied zwischen den beiden Jahreshälften — Frühling und Sommer einerseits, Herbst und Winter andererseits — kann auf 31 Tage, einen vollen Monat, ansteigen. So wird jetzt unser Sommer allmählich kürzer, in 4500 Jahren wird er dem Winterhalbjahr gleich geworden sein und weitere 4500 Jahre später übertrifft der Winter den Sommer um fast sechs Tage. Das sind noch dazu kurze Wintertage, an denen die Sonne sich im Mittag nur zu geringer Höhe über den Horizont erhebt und ihre Strahlen ganz schräg durch eine meist dunstige Atmosphäre sendet, so dass sie aller Wärmekraft verloren gehen. Dafür sind es sechs lange Nächte mehr, in denen der Erdboden sich stark abkühlt. Unter solchen ungünstigen Umständen ist eine Verschlechterung des Klimas, eine Herabsetzung der Jahrestemperatur leicht verständlich. Man darf nicht vergessen, dass es sich nicht, wie manchmal in der Gegenwart, um blos einzelne kalte Winter handelt; vielmehr dauert die Verringerung der Sonnenbestrahlung jahrtausendelang an.

Da die Gesetze der Erdbahnänderungen bekannt sind, lassen sich die Unterschiede der Jahreszeiten bis in weit zurückliegende Vergangenheit berechnen. Aus den von Prof. Charlier gemachten Angaben sind folgende Zahlen entnommen. Die Jahre beziehen sich auf die Zeit vor der christlichen Aera.

Zeitraum				Sommer	Winter	Grösster Unterschied					
Von	88 800	bis	77 600	kurz	lang	17,5	Tage	um	d.	J.	84 000
-	77 600	-	66 900	lang	kurz	13,5	-	-	-	-	73 000
-	66 900	-	55 600	kurz	lang	9,5	-	-	-	-	61 500
-	55 600	-	39 800	lang	kurz	4,5	-	-	-	-	49 000
-	39 800	-	27 800	kurz	lang	6,5	-	-	-	-	33 000
-	27 800	-	16 700	lang	kurz	8,5	-	-	-	-	22 000
-	16 700	-	6 100	kurz	lang	9,0	-	-	-	-	11 500
-	6 100	-	jetzt	lang	kurz	8,0	-	-	-	-	1000

Perioden mit kurzen Sommern, d. h. Eiszeiten, haben also zuletzt stattgefunden um das 84., 62., 33. und 12. Jahrtausend v. Chr.; sie haben jeweils an zehntausend Jahre gedauert und sind von einander durch Wärmeperioden von ähnlicher Länge getrennt.

Gegen diese Eiszeittheorie wurde der scheinbar sehr gewichtige Einwand erhoben, dass darnach gegenwärtig eine sehr intensive Eiszeit auf der südlichen Marshalbkugel herrschen müsste, indem daselbst jetzt der Sommer um 86 Tage kürzer ist als der Winter. Davon bemerkt man aber nichts, im Gegenteil be-

wirkt der kurze Südsommer ein ebenso vollständiges Verschwinden des weissen Polarflecks, wie der lange Sommer der Nordhalbkugel den Nordpolarfleck wegthaut. Eher könnte man glauben, dass letzterer nicht völlig verschwindet. Prof. Charlier erblickt in der ungleichen Verteilung dunkler und heller Regionen, die fast allgemein für Wasser und Land gehalten werden, in den beiden Marshemisphären den Grund der scheinbaren Ungiltigkeit der Croll'schen Eiszeittheorie. „Die ganze Nordhalbkugel des Mars besitzt einen fast völlig kontinentalen Charakter, während etwa zwei Drittel der Südhalbkugel von Wasser bedeckt sind. Durch diesen Zustand wird dem Einfluss des langen Winters auf der südlichen Marshälfte entgegengewirkt. Noch ein anderer von Charlier nicht berührter Umstand kommt der Südhemisphäre des Mars sehr zu statten. Während die grösste Distanz der Erde von der Sonne nur um $^1/_{30}$ die kleinste übertrifft, was einem Unterschied der Sonnenstrahlung um blos 7 % entspricht, verhalten sich die extremen Entfernungen des Mars von der Sonne wie 1 zu 1,2. In der Sonnennähe ist die strahlende Kraft der Sonne um 45 %, also fast um die Hälfte grösser als in der Sonnenferne. Die Zeit der Sonnennähe fällt fast mitten in den Sommer der Südhalbkugel, dessen Kürze sehr wohl ausgeglichen werden kann durch die wie gesagt um die Hälfte erhöhte Sonnenstrahlung. Im übrigen scheinen die physikalischen und meteorologischen Zustände auf dieser Nachbarwelt von den irdischen Verhältnissen erheblich verschieden, sodass die Uebertragung der für unsere Erde giltigen Gesetze auf den Mars nicht ohne Einschränkung zulässig ist. Zudem giebt es namhafte Marsforscher, welche der Erklärung der dunklen Gebiete dieses Planeten als Wasserflächen widersprechen. Somit wird die hier besprochene Theorie der Eiszeit durch das abweichende Verhalten des Planeten Mars nicht umgestürzt.

Eine höhere Bedeutung für die Beurteilung dieser Theorie haben die mehrfach unternommenen Versuche, die ungefähre Zeit der letzten Vereisung Europas zu ermitteln. Eine solche Berechnung hat vor acht Jahren der Züricher Geologe Heim am Vierwaldstätter See ausgeführt. Diesen durchquert bei Gersau eine dem Seespiegel sich bis zu 70 m nähernde Moräne, die nach ihrer scharfen Form zu schliessen einem Stillstand des Reussgletschers in seiner letzten Rückgangsperiode entstammt. Unterhalb der Moräne ist der See rund 200 m tief, unmittelbar oberhalb bis zur Muottamündung nur 110 bis 120 m, weiterhin, im Urner See, 180 bis 200 m. Der von der Muotta seit Beendigung der Eiszeit herabgeführte Gesteinsschutt musste sich hinter der Moräne auf einer beschränkten Fläche anhäufen, erhöhte daher den Seeboden weit mehr als der Schutt, den die Reuss von den Bergen herunterbrachte, das grosse Urner Becken auffüllen konnte. Heim macht in seiner Rechnung die als ganz wahrscheinlich zu erachtende Annahme, dass die Schuttmassen, welche diese Flüsse mit sich führen, im Verhältnis zur Grösse ihrer Sammelgebiete stehen. So findet er, dass die Muotta um fast die Hälfte rascher den Seeboden erhöhte als die Reuss. Die Geröllmenge des letzteren Flusses beträgt nach früheren Bestimmungen jährlich 200 000 cbm, dürfte aber nach Heims Meinung bei voller Berücksichtigung der feineren und feinsten Bestandtheile wohl auf 300 000 cbm geschätzt werden. Auf eine noch höhere Zahl kommt man, wenn man bedenkt, dass unmittelbar nach der Eiszeit die Wassermassen viel grösser gewesen sein müssen als jetzt und dass sie sehr viel vom Eis losgesprengtes Steinmaterial vorgefunden haben, das sie in den See hinabwälzten. Heutzutage sind jene Alpenthäler auch lange nicht mehr so steil, sie haben sich allmählich verflacht, das Gefälle hat sich verringert und

damit auch die Menge des Gesteinstransports. Die Heim'sche Zahl der Schlammmassen, 300 000 cbm für die Reuss, 100 000 cbm für die Muotta, würden das Ende der letzten Eiszeit um 16 000 Jahre von jetzt zurücksetzen. Die Berücksichtigung der für eine anfänglich vermehrte Schuttmenge sprechenden Gründe würde diese Zeit um wenigstens ein Drittel vermindern, so dass man den Eintritt des wärmeren Klimas auf das Jahr 10 000 v. Chr. oder noch später zu setzen hätte. Nach Brückner würde das Alter der postglacialen Anschwemmungen des Aarflusses am Brienzer- und Thunersee 14 000 bis 20 000 Jahre betragen, unter Einrechnung jener beschleunigenden Ursachen 10 000 bis 15 000 Jahre.

Diese auf geologischen Vorgängen beruhenden Zeitschätzungen dürften also mit Rücksicht auf die ihnen naturgemäss anhaftende Unsicherheit gegen die astronomisch berechnete Zwischenzeit seit der letzten Jahrmyriade langer nördlicher Winter keinen Widerspruch ausdrücken. Wir können eher umgekehrt vom astronomisch begründeten Eiszeitdatum ausgehend den Zuwachs des Gesteinstransports durch die oben genannten Flüsse beim Eintritt des milderen Klimas abschätzen, den Zuwachs im Vergleich zur gegenwärtigen Menge von Geröll, Sand und feinstem Gesteinsschlamm. Die Thatsache, dass der Rückgang des Inlandeises und der grossen Gletscher am Schluss der Eiszeit mit Unterbrechungen längerer Dauer erfolgte, wird freilich nur durch besondere Hypothesen über Klimaschwankungen untergeordneter Grösse zu erklären sein. Dafür, dass man die einzelnen Vereisungen, in welche man die „Eiszeit" gewöhnlich zerlegt, mit den kalten Perioden um die Jahre 11 000, 33 000 und 61 000 und die dazwischenliegenden Interglacialzeiten mit den warmen Perioden um 22 000 und 49 000 v. Chr. identifizieren könnte, sind eben die Zeitabstände viel zu gross. Denn Fauna und Flora haben während der etwas wärmeren Unterbrechungen der Kältezeit durchaus nicht den Charakter angenommen, der einem warmen Klimatypus entsprechen würde; hiergegen bildeten die sich rasch — d. h. vielleicht in Intervallen von nur wenigen Jahrhunderten sich folgenden Kälterückfälle ein gewaltiges Hindernis.

Was diesen Nachforschungen nach der Zeit der letzten Vereisungen der Norhalbkugel der Erde und namentlich der Gebiete Mitteleuropas ein erhöhtes Interesse verleiht, ist der Umstand, dass in diesen Gebieten wenigstens beim endgiltigen Anbruch der wärmeren Zeit, möglicherweise auch schon während der letzten Interglacialzeit der Mensch sich stellenweise, in der Regel am Gestade eines Sees angesiedelt hat. Der Kulturzustand dieser, von den Erträgnissen des Fischfanges und der Jagd lebenden Bevölkerung, war ein niedriger, wie die prähistorischen Funde z. B. bei Taubach und Schussenried beweisen. Das Klima mag etwa dem heute in Nordsibirien herrschenden entsprochen haben, wie auch die Pflanzen- und Tierwelt den Charakter der Moorsteppen in der Nachbarschaft des Polarmeers trug. Man hat auch aus der Dicke der Ablagerungen an etlichen Orten menschlicher Niederlassungen wie am „Schweizersbild" bei Schaffhausen das Alter dieser Wohnplätze zu bestimmen unternommen. Zweifellos muss man bei dieser Abschätzung wiederum auf die in dem feuchten Klima jener Zeiten mehrfach beschleunigte Verwitterung Rücksicht nehmen und darf nicht mit dem Masstabe der gegenwärtigen Langsamkeit der Erhöhung des Erdbodens messen. So kommt man abermals auf das 8. Jahrtausend v. Chr. als die ungefähre Epoche, in der jene Wohnstätten zuerst den Menschen beherbergt haben. Es ist hier nicht der Ort, die mit der Verbesserung des Klimas einhergehende Vermehrung der Bevölkerung und die ein immer rascheres Tempo annehmende Hebung der

Kultur zu schildern; soviel wird der Leser diesen Zeilen wohl entnommen haben, dass unser Land erst seit verhältnismässig kurzer Zeit geeignet wurde, eine, die leiblichen und besonders die geistigen Güter schaffende und mehrende, gesittete Bewohnerschaft zu tragen. A. Berberich.



Der Veramin-Meteorstein im Palaste des Schah von Persien.

Einen sehr interessanten Bericht über den in Nord-Persien im Jahre 1880 niedergegangenen Meteoriten veröffentlicht Henry Ward im „American Journal of Science“.

Hiernach war der deutsche Mienen-Ingenieur Friedr. Dietsch der Erste, welcher die astronomischen Forscher in Europa auf diesen kosmischen Wanderer aufmerksam machte.

In seiner Beschreibung*) berief er sich auf eine persönliche Unterredung mit dem Schah von Persien, welcher ihm ein Stück des Meteoriten als Andenken mitgab, dasselbe wog 400 g. Später brachte Baron Emil Lannoy, Sekretär der österr. Gesandtschaft in Teheran, zwei kleinere Stücke dieses Meteorsteins nach Wien. Eines davon machte er Dr. Aristid Brezina zum Geschenk, das sich nun in der grossen Mineraliensammlung des Kaiserl. Museums befindet.

Dr. Brezina beschrieb diesen Meteoriten vor der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften im Juli 1881, aber eine genauere Untersuchung konnte nicht vorgenommen werden, da derselbe sich im Palaste des Schah befand, wo er streng bewacht wurde. Das Gesamtgewicht des Meteorsteins war auf 45 kg angegeben.

Im Herbste 1898 wurde Mr. Henry Ward von Baron von Nordenskiöld ein Stück dieses berühmten Meteors gezeigt, das diesem letzteren von einem schwedischen Bedienten des Schah aus Teheran überbracht worden war. Da Henry Ward schon seit einiger Zeit eine Reise nach Persien beabsichtigte und viel von dem Veramin-Meteorstein gehört hatte, beschloss er, die weite Reise sofort anzutreten, um womöglich wichtige Einzelheiten zu erfahren und nähere Untersuchungen einzuleiten.

Er erzählt, dass er in Petersburg von dem persischen Gesandten einen Brief an den Gross-Vezier in Teheran als Einführung erhielt, der ihn mit grosser Freundlichkeit empfing. Das Photographieren und Wiegen des Meteorsteins, meinte der Gross-Vezier, würde der Schah wohl erlauben, aber schwerlich noch ein Stück dieses Meteors abgeben; er wolle sich jedoch im Interesse der Sache verwenden. Bald darauf erhielt Mr. Ward auch einen Brief, in dem der Gross-Vezier ihm mitteilte, dass er den folgenden Tag in Begleitung des amerikanischen Gesandten Mr. Arthur Hardy mit ihm zu dem Schah kommen solle. Mr. Hardy selbst zeigte rege Teilnahme an dem Unternehmen und so traten sie den nächsten Morgen den Weg zum Palaste an. Auf der Treppe wurden sie von dem Hüter des Palastes empfangen, der sie sofort zum Schah geleitete. Der Schah stand vor den Stufen seines Thrones und Mr. Ward erhielt die Weisung, ihn mit „Hort des Weltalls“ anzureden. Der Schah stellte mehrere Fragen über die wissenschaftlichen Fortschritte und Thatsachen, welche mit dem Auffinden anderer Meteore zusammenhängen. Zum Schluss wandte er sich zu dem neben ihm

*) Berg- und Hüttenmännische Zeitung vom 18. März 1881.



stehenden Hüter des Palastes und gab demselben einen Auftrag, den der Gross-Vezier verdolmetschte. Der Schah hatte Mr. Ward ein Stück des seltenen Steines bewilligt.

Nachdem Ward seiner Freude und dem aufrichtigsten Dank Ausdruck gegeben, entfernten sie sich. Auf dem Wege durch den grossen Saal erblickte Mr. Ward den Stein zum ersten mal, er befand sich auf einem niederen Piedestal an einem Fenster. (Abbild. 1.) Die Geschichte des vielbesprochenen Meteors war in

(Abbild. 1.)



Der Veramin-Meteorstein im Palaste des Schah von Persien.
($^1/_{10}$ der wirklichen Grösse.)

grosser persischer Schrift daneben angebracht. Der amerik. Konsul, Mr. Edward Tyler, erbot sich, eine genaue Uebersetzung dieses Manuskripts Mr. Ward zukommen zu lassen. Letztere ist schon deshalb von Interesse, weil von den 25 Siderolithen, welche der Astronomie bekannt sind, nur 4 während des Falles gesehen wurden.

Die anderen drei Siderolithen, deren Fall beobachtet worden ist, sind Barea in Spanien (1842), Lodran in Indien (1868) und Estherviller, Jowa, Nord-Am. (1879).

Die Uebersetzung des Manuskripts lautet:

„Am 8. Tag des Jamadi-ul-oval A. H. 1298 (unser Monat Mai) erschien 3 Stunden vor Sonnenuntergang am klaren Himmel eine kleine Wolke zwischen Boogin und Eshtahard, welche von einem unheimlichen Getöse begleitet war. Boogin ist der Winteraufenthaltsort des Stammes Bagadi Shahsevan. Die Einwohner liefen in ihre Zelte und beobachteten von dort die Wolke. Sie hörten neun weitere Explosionen wie Kanonenschüsse. Darauf kam etwas Rauchähnliches aus der Wolke und fuhr deutlich vor aller Augen in die Erde hinein. Ein Hirte, der in unmittelbarer Nähe den Gegenstand einschlagen sah, merkte sich den genauen Ort und zeigte denselben den übrigen Zeltbewohnern. Einige gruben nach und in der Tiefe von 7 Fuss fanden sie den Stein, der darauf von Hadayat ullah-Khan, Kajar, dem Sohn des früheren Ecsa Khan Begler-begee, dem Anführer des Stammes, in Besitz genommen wurde.

Dieser teilte den Vorgang der Behörde mit und sandte den wunderbaren Stein dorthin. Da jedoch der Ort Boogin auf keiner Karte verzeichnet ist und die Angestellten im Palaste den Meteor Veramin nannten, wurde diese Bezeichnnng auch ferner beibehalten. Veramin ist der Name einer kleinen Ebene in der Gegend von Karand, ungefähr 15 engl. Meilen östlich von Teheran."

Nach wenigen Tagen verliess der Schah seinen Palast, um eine Jagdreise zu unternehmen, und dies bot Mr. Ward eine gute Gelegenheit, seine Untersuchungen des Meteors anzustellen.

Mit einem deutschen Photographen, den er engagiert hatte und einem persischen Diener, der eine ungeheure Wage trug, ging er an's Werk. Der Meteorit wog $51^2/_5$ kg; er war länglich oval geformt, 16 Zoll lang, 12 Zoll breit und von 7 bis 8 Zoll Dicke. Das Gewicht liess sofort auf die Eigenart des Innern des Meteors schliessen, denn äusserlich war nur steinige Masse zu sehen.

Die Kanten waren ganz abgerundet und die Oberfläche mit charakteristischen tiefen Furchen bedeckt. Die grösste dieser Furchen war ein Zoll im Durchmesser und ein halb Zoll tief, die übrigen ungefähr halb so gross.

Während dreiviertel der Oberfläche von derartigen Furchen bedeckt war, zeigten viele Teile dazwischen jene eigentümlichen „Gänsehautimpressionen", welche so vielfach an der Rinde von Eisenmeteoriten vorkommen und ein mit der Abkühlung zusammenhängendes Merkmal bilden.

Eine feine, fadenartige schwarze Linie zog sich über den Meteorstein und zeigte unverkennbare Spuren der Schmelzung. Diese Linie war $12^1/_2$ Zoll lang und gab mit anderen kürzeren ähnlichen Linien genau die Stellung des Steines an, welche dieser auf seinem wilden Flug durch den Raum eingenommen hatte. Einige kleinere Flächen waren mit dünnen Eisenschichten bedeckt.

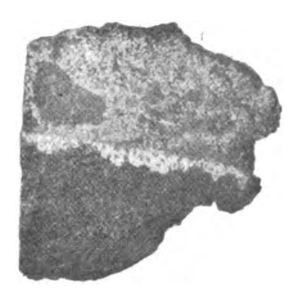
Die Farbe war ein dunkles Graubraun, welche aber nur ganz durchsichtig über den Körper des Steines ausgebreitet schien, da überall unzählige kleine Eisenspitzen wie Borsten hervorragten, die aber oft abgestumpft und von aussen abgenutzt erschienen. Daneben befanden sich kleine knopfähnliche Erhöhungen von schwarzer Farbe aus glänzendem Eisenoxyd, sowie einige gelbe krystallartige Punkte.

An vielen Enden konnte man sehen, dass Versuche gemacht worden waren, Stücke von dem Stein abzuschlagen. Diese Teile zeigten unter dem Glas scharfe Spitzen von weissem Eisen gemischt mit glasgrünem Olivin.

M. Tholozan untersuchte die inneren Teile des Steines und gab an, dass sie viel „Bronzit" enthielten, ein grünes unlösliches Silicat, vielleicht Peckhamit und einige Teile von Nickel-Eisen, aus dem auch Alles zusammengefügt war.

Mr. Ward stiess auf grosse Schwierigkeiten, als er von dem Veramin-Meteor ein Stück ablösen wollte, da hier Mineralien und Eisen eine kaum zu trennende Verbindung eingegangen waren. Nachdem er mit dem Eingeborenen

(Abbild. 2.)



Das abgesägte Stück des Veramin-Steins.
($^1/_3$ der wirklichen Grösse.)

mehrere Stunden mit dem Hammer den zähen Körper bearbeitet hatte, beschloss er, denselben ins Arsenal zu bringen, wo sich auch eine Dampfglättmaschine vorfand. Da kein Dampf sofort zu erzeugen war, liess Mr. Ward

12 Mann an jedem Ende der Maschine anfassen, um dieselbe in Bewegung zu setzen. Die Widerstandsfähigkeit des kleinen Himmelspilgers war aber derart, dass Ward einen Tag und 2 Nächte brauchte, um ein Stück von nur 6 Zoll im Durchmesser von dem Steine zu trennen. (Abbild. 2.) Er eilte hierauf, erfreut über den Erfolg, mit seiner Trophäe nach Europa; dieselbe ist nun eine viel geschätzte Erwerbung der Geologischen Halle des American Museum of Natural History in New-York.

Eine genaue Analyse des Veramin, ausgeführt von Prof. J. Edward Whitfield in Philadelphia, mit Ausnahme der unlösbaren Mineralstoffe, ergab folgendes Resultat:

Eisen	92,06 %
Nickel	6,96 -
Cobalt	0,73 -
Phosphor . . .	0,10 -
Schwefel . . .	0,75 -

Das spezifische Gewicht der Steinbestandteile betrug 4,57. Die Gesamtmasse enthielt 42,3 % Mineralien und 57,7 % Metall. Das spezifische Gewicht der Metallbestandteile war 5,56, eine verhältnismässig niedere Zahl für ein Metall dieser Zusammensetzung.

Obschon die kleinen Teilchen bis zur Dünne von Seidenpapier gehämmert waren, enthielten sie immer noch unlösbare Stoffe bis zu 9,28 %. Mit dem wenigen Material, das zu Gebote stand, war es nicht möglich, eine Spur von Kohlenstoff zu erhalten und es muss dahingestellt bleiben, ob das Metall Silicon enthielt, da es zu schwierig war, das Metall von seinem steinigen Gefährten zu trennen.

Gottfried Klein.

Kleine Mitteilungen.

Ein Preisausschreiben zur Erlangung einer Vorrichtung zum Messen des Winddruckes erlässt der Minister der öffentlichen Arbeiten, Exc. v. Thielen, zugleich im Namen des Staatssekretärs des Reichs-Marine-Amts, des Kriegsministers, des Ministers für Handel und Gewerbe, des Zentralverbandes der Preussischen Dampfkessel-Ueberwachungsvereine und des Vereins Deutscher Ingenieure.

Die Vorschriften für diesen Wettbewerb enthalten folgende technische Bedingungen:

1. Der Durchmesser muss so eingerichtet sein, dass er gestattet, die Grösse der Mittelkraft des Winddruckes auf Flächen und Körper einschliesslich der etwa vorhandenen Saugwirkung auf der Leeseite so zu bestimmen, dass die Beobachtungsergebnisse für statische Berechnungen verwendbar sind.
2. Es ist erwünscht, dass der Druckmesser die Lage der gemessenen Mittelkraft gegen die Messfläche (1) unzweifelhaft erkennen lässt.
3. Der Druckmesser muss die Stärke des Winddruckes selbstthätig so aufzeichnen, dass eine ununterbrochene bildliche Darstellung des zeitlichen Verlaufes der Winddrucke gewonnen wird.
4. Es wird darauf hingewiesen, dass Vorrichtungen, die den Winddruck mittelbar durch Messung der Windgeschwindigkeit bestimmen sollen, den Anforderungen dieses Wettbewerbes nicht entsprechen.

Die besten Vorrichtungen sollen durch folgende Preise ausgezeichnet werden:

Erster Preis	5000 Mark
Zweiter Preis	3000 -
Dritter Preis	2000 -

Ausserdem erhält derjenige Bewerber, dessen Vorrichtung nach längerer Beobachtung für den Gebrauch zu staatlichen Zwecken am meisten geeignet befunden wird, einen weiteren Preis von **3000 Mark.**



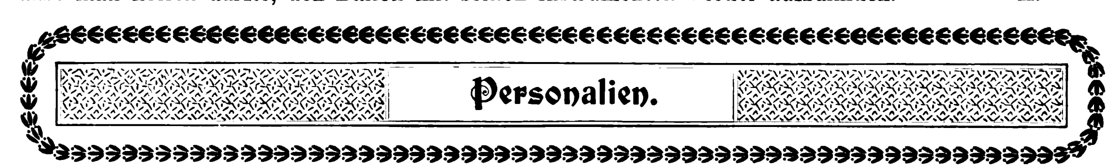
Die Entwürfe müssen bis zum 1. April 1903 bei der Deutschen Seewarte in Hamburg eingegangen sein.

Das nähere Programm ist durch die Geheime Registratur D. des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten kostenfrei zu beziehen.

* * *

Im Ballon über die Sahara. Der Pariser Akademie ist der Plan unterbreitet worden, die Sahara im Ballon überfliegen zu lassen, und zwar zunächst durch einen unbemannten Versuchsballon, weil dies nur 15 bis 20 000 Franken kosten würde, während eine Fahrt von vier bis fünf Luftschiffern in einem entsprechend grösseren Ballon gegen 300 000 Franken Kosten verursachen würde.

Der Versuchsballon, der ein Volumen von 3000 cbm erhalten soll, soll mit automatischen Einrichtungen zum Auswerfen von Ballast und zur Herstellung des Gleichgewichts versehen werden. Dieselben bestehen in einem Wasserkasten, der durch ein besonders konstruirtes Ventil 70 Kilogramm Wasser in einer halben Minute abgiebt, sobald sich der Ballon um mehr als 50 Meter dem Erdboden nähert. Nach den bisherigen Erfahrungen hält man es für sicher, dass sich ein solcher Ballon mindestens 12 Tage in der Luft hält. Da nun die Passatwinde vom Oktober bis April ziemlich gleichmässig über die Sahara dahinwehen und zwar so stark, dass sie den Ballon in der Stunde um 20 Kilometer vorwärtsbringen, so würde dieser seinen Flug von Gabes bis zum Niger (etwa 2300 Kilometer) in fünf Tagen zurücklegen. Sollte das Fahrzeug trotz aller Vorsichtsmassregeln Schiffbruch leiden, so würden die Nomaden der Wüste, die sicher auf die ungewöhnliche Erscheinung aufmerksam würden, dafür sorgen, dass die Kunde davon auch in bewohnte Gegenden dringe, so dass man hoffen dürfte, den Ballon mit seinen Instrumenten wieder aufzufinden. H.



Dr. **R. Schorr,** der nach dem Tode von Rümker die Hamburger Sternwarte bis jetzt geleitet hat, ist zum Director derselben und Professor der Astronomie ernannt und somit berufen, den beabsichtigten Neubau*) der Sternwarte zu leiten.

* * *

Der bisherige Privatdocent für Astronomie und Mathematik Dr. **Felix Hausdorff** ist zum ausserordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät der Leipziger Universität ernannt.

* * *

Der Direktor der Remeis-Sternwarte in Bamberg, Dr. **Ernst Hartwig,** ist zum Professor ernannt worden.

Weitere Beiträge zur Errichtung der Vortragshalle der Treptow-Sternwarte sind gezeichnet worden:

28.	Staatssekretair des Reichs-Schatzamts, Wirkl. Geh. Rat Freiherr von Thielmann, Berlin	15 M.
29.	Frau Director Archenhold, Treptow	20 -
30.	Oscar Hopf, Charlottenburg	20 -
31.	Oscar Mindt, Berlin	50 -
32.	Frl. Sophie Mindt, Berlin	20 -
33.	Frau Auguste Müller, Berlin	40 -
34.	Frau Mathilde Behrend, Berlin	100 -
35.	Dr. Johannes Thiele, Charlottenburg	10 -
36.	H. Estorff, Berlin	20 M.
37.	Dr. Leo Arons, Berlin	100 -
38.	Frau Hermann Marckwald, Berlin	20 -
39.	Dr. Georg Wolfsohn, Berlin	5 -
40.	Dr. Friedrich Gotthelf, Berlin	10 -
41.	Julius Reichenheim, Berlin	100 -
42.	Benno Bernhardt, Berlin	10 -
43.	Corvetten-Capitän Caesar, Kiel	20 -
		560 M.
	Die Summe der ersten Spenden betrug:	3485 -
	Insgesamt:	4045 M.

Allen freundlichen Spendern gebührt der wärmste Dank. Die Zeichner werden gebeten, ihre Adressen genau anzugeben, damit Mitteilungen und die beabsichtigte Einladung aller Spender zur späteren Grundsteinlegung der Vortragshalle erfolgen können.

Weitere Beiträge nimmt die „Deutsche Genossenschaftsbank von Soergel, Parrisius & Co., Berlin W., Charlottenstrasse 35a,“ entgegen.

*) Weltall Jg. 1, S. 116 u. 156.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete
„DAS WELTALL“, Jahrgang 2, Heft 9.
(zu L. Weinek: Ein Prachtwerk über Tycho Brahe in Prag, Seite 106.)



Tycho Brahe nach einem alten Oelbilde auf der Prager Sternwarte.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 9. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. **1902 Februar 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

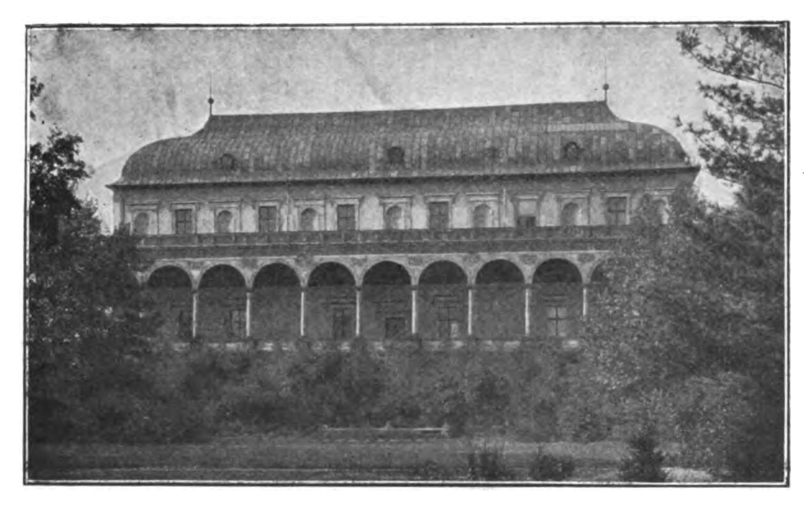
Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Ein Prachtwerk über Tycho Brahe in Prag*).

Als im vergangenen Jahre viele Städte und gelehrte Gesellschaften sich rüsteten, den 300. Todestag des grossen dänischen Astronomen Tycho Brahe in mehr oder minder pietätvoller Weise zu feiern, fasste der Prager k. u. k. Hof- und Kammerphotograph, kais. Rat H. Eckert die glückliche Idee, alle in Prag auf Tycho Brahe Bezug habenden Oertlichkeiten, Gegenstände, Bücher und Hand-

Tycho Brahe's letzte Beobachtungsstation.
Fig. 1.



Ferdinandeum (Belvedere) in Prag.

schriften in möglichst vollkommenen photographischen Aufnahmen grössten Formates zu sammeln und wurde bei diesem ebenso mühsamen und kostspieligen, als verdienstvollen Unternehmen bereitwilligst von der Prager Sternwarte unterstützt. So entstand ein Prachtwerk mit 25 meisterhaft ausgeführten Photographien, den dazu notwendigen Erläuterungen und einer, von warmer Verehrung für Tycho Brahe zeugenden, biographischen Einleitung, das dem idealen Sinne des nichtastronomischen Autors zur hohen Ehre gereicht und ohne Zweifel

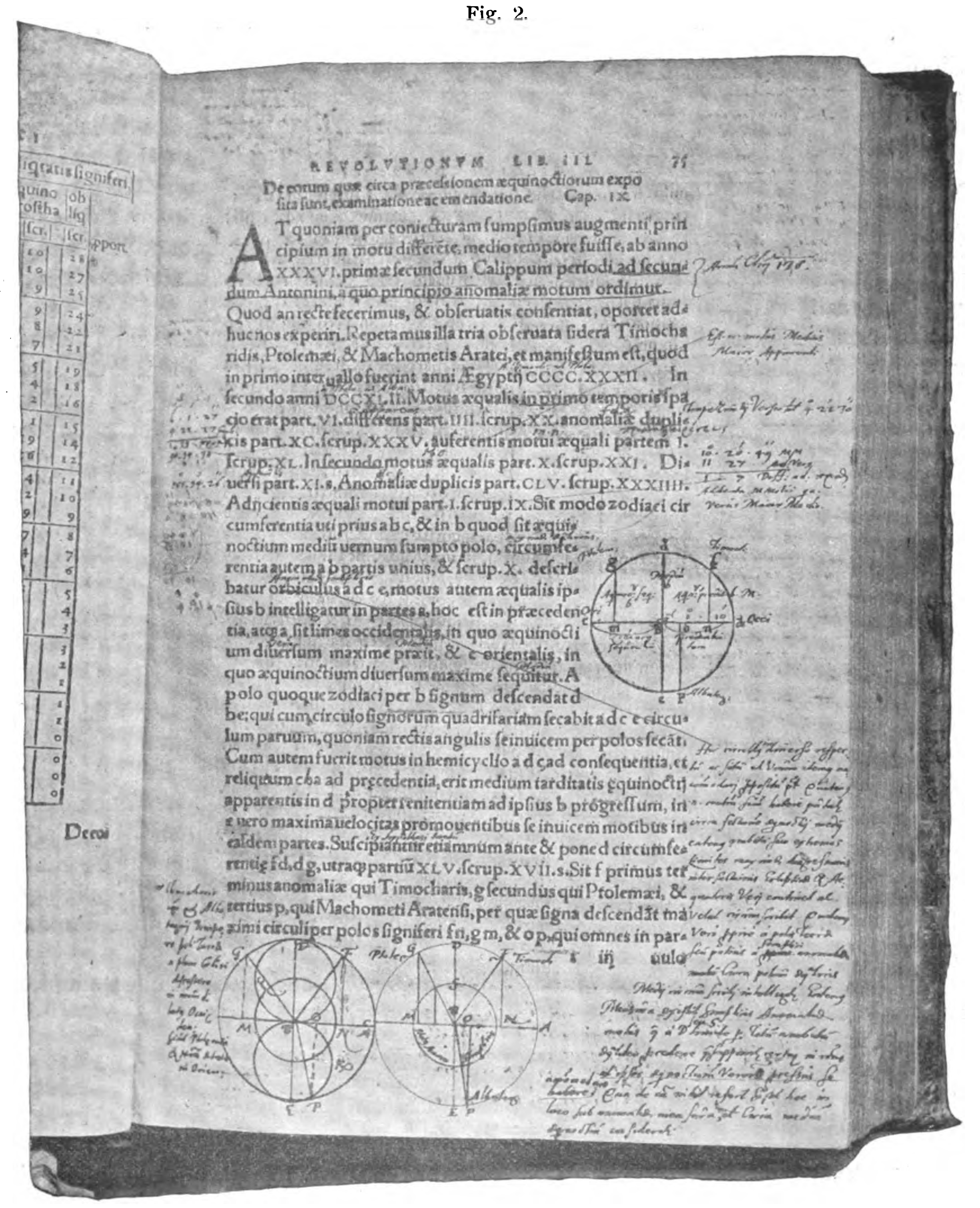
*) Der volle Titel desselben lautet: „Tycho Brahe in Prag MDIC—MDCI. Zur Erinnerung an sein vor 300 Jahren erfolgtes Ableben zusammengestellt und mit einer erläuternden Einbegleitung versehen von H. Eckert“. Prag 1901.

für alle Zeiten von wissenschaftlicher Bedeutung bleiben wird. Es bildet die schönste und opferfreudigst dargebrachte Festgabe zur vorigjährigen Gedächtnisfeier an den unvergleichlichen Reformator der beobachtenden Astronomie und an dessen letzte, für die gesamte Himmelskunde so wichtigen Lebensjahre in Prag. Zu wünschen wäre es, dass auch in Dänemark, dem Vaterlande Tycho Brahe's, ein ähnliches historisch wertvolles Sammelwerk über sein dortiges Leben und Wirken zu Stande käme.

Das Eckert'sche Werk beginnt auf Taf. I mit einer malerischen Landschaftsaufnahme der Nordseite des Prager Hradschin's mit denjenigen Orten, wo Tycho Brahe gewohnt und beobachtet hat, d. i. dem Hause „zum goldenen Greif“ und dem sog. Czernin'schen Palais, dem früheren Curtius'schen Hause. Taf. II stellt den herrlichen Renaissance-Bau des Ferdinandeums (Belvedere) (siehe Fig. 1), wo Tycho Brahe Ende 1600 und Anfang 1601 gleichfalls Beobachtungen angestellt hat, dar. — Taf. III gibt das Bild der jetzigen, 1751 im Clementinum erbauten, k. k. Sternwarte zu Prag. Taf. IV—VI veranschaulichen Gegenstände dieser Sternwarte, die zu Tycho Brahe in Beziehung stehen und zwar ein älteres gutes Oelbild (vergl. unsere Beilage) Tycho's von unbekannter Hand, zwei mit Dioptern versehene Sextanten, deren kleineren Tycho Brahe aus Dänemark nach Prag mitgebracht, während der grössere 1600 von Erasmus Habermel in Prag verfertigt wurde und eine von dem Jesuitenpater Joh. Klein 1751 vollendete Uhr, welche das Tychonische Planeten-System in einem horologischen Kunstwerke zur Darstellung bringt. — Taf. VII zeigt den grossen Saal der k. k. Universitäts-Bibliothek im Clementinum-Gebäude. In dieser werden die auf Taf. VIII—XIV abgebildeten Bücher und Handschriften Tycho Brahe's aufbewahrt, darunter der Ptolemäische Almagest, welchen Tycho 1560 in Kopenhagen von seinem Taschengelde für 2 Joachimsthaler erwarb, um daraus die ersten tieferen astronomischen Studien zu schöpfen und das grundlegende Copernicanische Werk *„De revolutionibus orbium coelestium libri VI“*, welches Tycho ebenfalls eifrigst gelesen und mit zahlreichen erläuternden Randbemerkungen (siehe Fig. 2) versehen hat. Ueberall wurde von H. Eckert sowohl der äussere Einband des Werkes, als auch eine charakteristische Seite seines Inhaltes photographiert. — Taf. XV stellt das Museum des Königreiches Böhmen zu Prag, Taf. XVI den Handschriften-Saal desselben und Taf. XVII—XVIII die daselbst befindlichen Bücher und Handschriften Tycho Brahe's dar, unter diesen das „Stammbuch“ des jüngeren Tycho Brahe mit der Widmung seines Vaters vom Jahre 1599, die *„Historia coelestis“*, welche die einzige bekannte Abbildung von Tycho's Prager Observatorium im Curtius'schen Hause aufweist (ausserdem diejenigen der verschiedenen Observatorien Tycho's auf Hveen, in Wandsbeck, Benatek und im Prager Ferdinandeum), und die von Kepler vollendeten Rudolphinischen Tafeln. — Taf. XIX zeigt das Bibliotheks-Gebäude des Praemonstratenser-Klosters Strahow, Taf. XX den prächtigen Saal in demselben. Dazu gehören Taf. XXI mit dem im Strahower Stifte aufbewahrten berühmten Tychonischen Werke *„Astronomiae instauratae Mechanica“*, welches die Abbildungen der Uranien- und Sternenburg auf der Insel Hveen im Oere-Sund und der dort von Tycho erfundenen und benützten astronomischen Instrumente enthält — ein Prachtexemplar mit kolorierten Bildern, das 1598 in Tycho's Druckerei in Wandsbeck hergestellt und von diesem selbst dem böhmischen Baron Joh. von Hasenburg gewidmet wurde — und Taf. XXII mit einem Stammbuch des Siebold Plan, in welches Tycho sich im Jahre 1591 eintrug, und einem schönen Himmelsglobus mit Tycho's Portrait, den dessen Schüler Jansonius Blaev 1600 anfertigte. — Endlich giebt Taf. XXIII das Bild der

Prager Teynkirche, wo die sterblichen Überreste des unsterblichen Astronomen begraben liegen und Taf. XXIV die Gruft Tycho Brahe's in derselben. Die Inschrift des Epitaphs über dem Grabsteine ist zufolge der Klarheit der photo-

Fig. 2.



REVOLVTIONVM LIB. III. 75

De eorum quæ circa præcessionem æquinoctiorum exposita sunt, examinatione ac emendatione. Cap. IX.

AT quoniam per coniecturam sumpsimus augmenti principium in motu differente, medio tempore fuisse, ab anno XXXVI. primæ secundum Calippum periodi ad secundum Antonini, à quo principio anomaliæ motum ordimur. Quod an recte fecerimus, & obseruatis consentiat, oportet adhuc nos experiri. Repetamus illa tria obseruata sidera Timocharidis, Ptolemæi, & Machometis Aratei, et manifestum est, quod in primo interuallo fuerint anni Ægyptij CCCC.XXXII. In secundo anni DCCXLII. Motus æqualis in primo temporis spacio erat part. VI. differens part. IIII. scrup. XX. anomaliæ duplicis part. XC. scrup. XXXV. auferentis motui æquali partem I. scrup. XL. In secundo motus æqualis part. X. scrup. XXI. Diuersi part. XI.s. Anomaliæ duplicis part. CLV. scrup. XXXIIII. Adijcientis æquali motui part. I. scrup. IX. Sit modo zodiaci circumferentia uti prius a b c, & in b quod sit æquinoctium medium uernum sumpto polo, circumferentia autem a b partis unius, & scrup. X. describatur orbiculus a d c e, motus autem æqualis ipsius b intelligatur in partes a, hoc est in præcedentia, atque a, sit limes occidentalis, in quo æquinoctium diuersum maxime præit, & c orientalis, in quo æquinoctium diuersum maxime sequitur. A polo quoque zodiaci per b signum descendat d b e; qui cum circulo signorum quadrifariam secabit a d c e circulum paruum, quoniam rectis angulis se inuicem per polos secăt. Cum autem fuerit motus in hemicyclio a d c ad consequentia, et reliquum c e a ad præcedentia, erit medium tarditatis æquinoctij apparentis in d propter renitentiam ad ipsius b progressum, in e uero maxima uelocitas promouentibus se inuicem motibus in easdem partes. Suscipiantur etiamnum ante & pone d circumferentiæ f d, d g, utraque partium XLV. scrup. XVII.s. Sit f primus terminus anomaliæ qui Timocharis, g secundus qui Ptolemæi, & tertius p, qui Machometi Aratensi, per quæ signa descendant maximi circuli per polos signiferi f n, g m, & o p, qui omnes in par-

Tycho Brahe's Randbemerkungen auf Seite 75 des Copernicanischen Werkes *„De revolutionibus orbium coelestium"*.

graphischen Aufnahme ohne Mühe mittelst Lupe zu lesen. — Den Schluss bildet als Appendix Taf. XXV mit der Abbildung der im czechischen Prager Rathause am 24. Oktober 1901 von der k. böhmischen (czechischen) Gesellschaft der

Wissenschaften arrangierten Ausstellung von Prager Tychonianis, unter denen jedoch diejenigen der Prager deutschen Sternwarte fehlen, da man die letztere bei jenem Huldigungsakte für einen grossen Toten völlig ausser Acht gelassen hat.*) —

Von diesem schönen Werke, das auch der astronomischen Litteratur zur Zierde gereicht, hat der Verfasser, von jeder lukrativen Verwertung desselben absehend, nur wenige Exemplare hergestellt und diese widmungsweise an hervorragende Persönlichkeiten, gelehrte Gesellschaften und Institute, bei welchen er ein besonderes Interesse für sein mühevolles und opferreiches Unternehmen vorraussetzen konnte, versendet. Derart wurde auch die Prager Sternwarte, welche bereits viele freundliche Zuwendungen und Unterstützungen auf photographischem Gebiete dem stets uneigennützigen Entgegenkommen H. Eckert's verdankt, mit einem Prachtexemplare dieser, der Grösse des gefeierten Astronomen würdigen, Publikation bedacht.

Wünschenswert erschiene es, dass H. Eckert sich entschliessen möchte, sein hochverdienstvolles Werk über „Tycho Brahe in Prag" in irgend einer billigeren und im Buchhandel kursierenden Ausgabe zu vervielfältigen und auf solche Weise weiteren Kreisen zugänglich zu machen. Des anerkennenden Dankes der Sternwarten und Astronomen der Welt dürfte er dann gewiss sein.

L. Weinek.



Aus der Kindheitszeit astronomischer und kosmogonischer Anschauungen.

Wer sich in das Studium der Entwicklungsgeschichte naturwissenschaftlicher, besonders kosmischer Ideen vertieft, der findet einen reichlichen Lohn nicht nur durch die Verstärkung seiner kritischen Urteilskraft bei der objektiven Berücksichtigung kulturgeschichtlicher Ereignisse, sondern auch durch den ethisch-religiösen Gehalt, welcher in den kosmogonischen Lehren aller Zeiten, speziell aber der Urvölker, eine gewichtige Rolle spielt. Umsomehr erscheint es angebracht, der Jugendtage menschlicher Entwicklung pietätvoll zu gedenken und den mühsamen Fortschritt des Anfangsstadiums aufmerksam und dankbar zu verfolgen.

Fühlt sich doch das menschliche Herz stets von neuem zu stillem Gedenken an selige längst entschwundene Jugendtage angetrieben! — — — — —

„Wo jetzt nur, wie uns're Weisen sagen,
Seelenlos ein Feuerball sich dreht,
Lenkte damals seinen goldnen Wagen
Helios in stolzer Majestät!"

Was die Verse unseres Dichterfürsten vernehmen lassen, das hat die ernste Forschung bewahrheitet!

Die Sonne, jenes Gestirn, welches durch sein Erscheinen und sein Verschwinden den tief einschneidenden Wechsel von Tag und Nacht hervorrief, die Sonne, deren reine Lichtstrahlen zugleich auch Wärme und Leben den ersten Menschenkindern spendete — sie wurde mit ehrfürchtigem Staunen betrachtet,

*) Alle Tafeln haben eine Bildgrösse von 39 : 27 cm und eine Formatgrösse von 49 : 37 cm.



sie zwang den Menschen zuerst, den Blick nach oben zu richten, um das Gefühl nach dem Ueberirdischen in der menschlichen Brust zu befriedigen*).

So begegnen wir bei den ältesten Kulturvölkern der Erde jener Verehrung des göttlichen Tagesgestirns. Bemerkenswert aber ist es, dass jene Völkerschaften des Altertums, welche sich von den einstigen Stammsitzen der gesamten Menschheit (nach Kuhn, Caspary, F. Max Müller, Mesopotamien bezgl. Hochplateau von Iran) nicht zu weit entfernten, den Sonnenkultus zurücktreten liessen, um der Verehrung des Mondes die erste Stellung einzuräumen. Wir erinnern in dieser Hinsicht nur an die Babylonier, an die von ihnen geistig sehr abhängigen Hebräer und an die ältesten Araber**).

Es liessen sich hieraus nun recht interessante Rückschlüsse selbst auf die geographische, besonders aber die soziale Gestaltung jener Ursitze der Menschheit ziehen. Denn eine Bevorzugung des Monddienstes bedingt auch eine energische Thätigkeit in der Nacht, eine gewisse Vertrautheit mit den Schrecken der Finsternis, eine gewisse Scheu vor der Lichtfülle, welche der Tagesgöttin entströmt. Seit den letzten Ausgrabungen auf der schier unerschöpflichen Trümmerstätte Alt-Babylon's***) liegen uns als älteste Belege kosmogonischer Ansichten bei den Ostsemiten Keilschrifttexte vor, welche an Alter den ältesten Pyramidentexten des Pharaonenlandes zum wenigsten gleichkommen.

So bemerken wir schon um 3000 v. Chr., d. h. zu einer Zeit, wo die Indogermanen noch ihre Urheimat als kulturlose Nomaden bewohnten, einen regelrechten Gestirnsdienst in Babel, ja geradezu eine regelrechte Sternbeobachtung.

In der Ethik der Urzeit liegt es begründet, dass man die Himmelserscheinungen und Himmelsbilder als Spiegelbild der näherliegenden tellurischen Gebilde betrachtete. So war auch der Sternhimmel Alt-Babylons um jene Zeit in Gaue und Provinzen geteilt, welche denjenigen des babylonischen Reiches durchweg entsprachen. So gab es u. a. auch ein Babylon am Himmel. — Im allgemeinen begegnen wir bei den nüchternen, allein die praktische Astronomie befürwortenden Babyloniern jener Zeit der Anschauung, dass der Himmel gleich einem umgestülpten Kahne die Erdscheibe bedeckt. Am Nordpol erhebt sich ein Berg bis zum Himmel, der die Welt trägt — also eine Art „babylonischer Atlas“ — auf dem die Götter hinauf, wie hinunter spazieren. Um diesen Berg

---

*) Man vergleiche die vorzüglichen Essays über Religionswissenschaft des berühmten Oxforder Gelehrten F. Max Müller in seinen „Gesammelten Werken“, auch Tiele's „Gesch. der Religion im Altertum“ Bd. I.

**) Man vergleiche hierfür u. a.:

Fr. Hommel: „Der Gestirndienst der alten Araber und die altisrael. Ueberlieferung“.

Es wird in dieser Abhandlung überzeugend nachgewiesen, dass die Hebräer vor dem monotheistischem Kultus einen Gestirndienst pflegten.

***) Unter der immensen Fülle der Litteratur über die astron. Ideen der Babylonier erwähnen wir nochmals die trefflichen Ausführungen Fr. Hommel's im „Ausland 1891 u. 1892“, fernerhin im „Nachtrag“. Ausserdem sind in erster Linie die Arbeiten Th. Sayce's in dem „*Proceed. of the Biblical Arch.*“ 1873 ff. zu vergleichen, auch die Abhandlungen der Patres Epping und Strassmaier, fernerhin des Assyriologen J. Oppert in der „Zeitschrift für Assyriologie“ 1892 ff. einzusehen. Sehr wichtig und allgemein interessant ist die sorgfältige Darstellung der bereits genannten Jesuiten Epping und Strassmaier „Astronomisches aus Alt-Babylon“ („Stimmen aus Maria Laach“ 1889). Von älteren Werken erwähnen wir nur das freilich für unsere Spezialzwecke unbrauchbare Werk Ludwig Ideler's: „Handbuch der Chronologie“ I. 1825. Fernerhin vergleiche man: Eduard Stucken: „Astralmythen der Assyrer, Hebräer“ (Berlin 1901), der allerdings seiner „symbolistischen Phantasie“ hin und wieder allzusehr die Zügel schiessen lässt.



muss die Sonne herumlaufen, und daher entsteht der Wechsel von Tag und Nacht. Derselben naiven Anschauung begegnen wir bei den ältesten Hellenen, ja selbst Thales soll jenes hohe Gebirge im rätselhaften Lande der „Hyperboreer“ angenommen haben*).

Die markantesten Fixsterne wurden neben den Planeten personifiziert. So hiess der Polarstern „Grosser Gott Anû des Himmels“. Es ist nunmehr zu beachten, dass um 3000 v. Chr. infolge der Präcession nicht *α* Urs. min. Polarstern war, sondern *α* Draconis! Dementsprechend begann auch der Tierkreis damals nicht mit jenem Bilde, welches unserem Widder entspricht. Die Sonne stand am 21. März in der Nähe der Pleiaden, welch' letztere den 7 bösen Geistern geweiht waren. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass jener altsemitische Glaube an die „bösen Sieben“ sich auf die babylonische Personifikation der astrologisch schon damals recht bedeutungsvollen Pleiaden zurückführen lässt. Der Tierkreis selbst ward in 3 Teile zerlegt, die je einem Blatte geweiht werden. Der erste Hauptteil war das Symbol des höchsten Gottes, Bel. Orion hiess Shugi, auch Shilu-Scheich.

Nun ist der Beachtung wert, dass die Personifikation des Oriongestirnes uns einen Beweis für den geistigen Zusammenhang der indogermanischen und semitischen Völker in der Urzeit bildet. Der riesenhafte Jäger, welcher aus Frevel gegen die keusche Jagdgöttin Artemis als Orion an den Sternenhimmel versetzt wurde, ist allen Mythen der Urvölker gemeinsam. So weist schon W. Grimm in seiner vortrefflichen „Deutschen Mythologie“ auf den Zusammenhang der germanischen Sage vom wilden Jäger, wie seiner Personifikation im Orion und altindischen Ueberlieferungen in der Rig-vêda hin**). Derselbe Mythus ist aber auch bei Aegyptern und Babyloniern der ältesten Zeit zu finden. Die Verpflanzung dieser Sage in spätere Zeit ist aus hier nicht anführbaren Gründen undenkbar. Somit bietet uns dieser kosmische Mythos ein Hilfsmittel auch für die Ethnologie und Urgeschichte.

Um gleich einige andere wichtige Beweispunkte zu erwähnen, so mag an die Zwillings- (Dioscuren-) Sage der alten Babylonier und ihre Personifikation in dem Zwillingsgestirn gedacht sein!***)

Wohl zu unterscheiden haben wir von diesem prähistorischen Zusammenhang aller Kulturvölker die spätere Ueberlieferung und Verpflanzung. So mag es uns rätselhaft erscheinen, in den altbabylonischen Klagegesängen um Tammuz, der personifizierten Frühlingssonne, den Ideen des hellenischen Adonisliedes zu begegnen, das nachweislich chaldäischen, bezw. ägyptischen Ursprunges ist!†)

---

*) Man vergleiche u. a.: H. Berger: Mathemat. Erdkunde bei den Griechen. Lpzg. 1886. *Vivieu de St. Martin: „Histoire de la géographie“.*

Für die folgenden Erörterungen sind die Jahrgänge 1886/96 der *„Revue de l'Histoire des Religions* (Paris)“ einzusehen, ferner *„Oriental and Babylonien Record“* Jahrg. 1890/92.

**) Man vergleiche auch: Schwartz: „Sonne, Mond und Sterne“, Berlin 1863. A Kuhn: „Die Herabkunft des Feuers und der Göttertrank“. A. Kuhn: „Der Schuss des wilden Jägers auf den Sonnenhirsch“ (in der „Germania“, Zeitschr. für deutsche Philologie); ferner: Friedreich: „Die Weltkoerper“ 1864.

***) Um einen allen Kulturvölkern gemeinsamen Mythus handelt es sich auch bei der tiefsinnigen Prometheus-Sage, über welche Verfasser dieses in einem besonderen Artikel handeln wird. Man vergl. neben Kuhn auch Ernst von Lasaulx: „Prometheus“ (Würzb. 1842) und Weiske: „Prometheus“.

†) Man vergl. u. a. H. Brugsch: „Die Adonisklage und das Linoslied“ — mit freilich oft nicht anerkennenswerten Schlüssen.

Doch nun genug dieser mythologisch-kosmologischen Rätsel!

Wir bemerken bei den Babyloniern der ältesten Zeit eine Tierkreis-Teilung in 11 Zeichen; erst später ward ♎ von ♍ getrennt. Ebenso lernen wir in Alt-Chaldäa 36 Planetenstationen kennen, welche bei der astrologischen*) Neigung der Babylonier von nicht geringer Bedeutung waren.

Interessant ist auch die Zeiteinteilung der Babylonier. Ursprünglich benutzten sie — sobald sie nur der Erkenntnis des aprioristischen Zeitbegriffs innegeworden waren — als Grundlage jeder grösseren Zeiteinteilung das Mondjahr, welche die Hebräer dann von ihnen übernahmen.

Man beachte nun, dass die sonnenanbetenden Aegypter sich in der Zeit nach dem Sonnenlaufe richteten, die mondanbetenden Babylonier nach dem Mondlaufe!

Der Ausgleich mit dem Sonnenlaufe ward durch Einfügung von Schaltmonaten beseitigt. Um die Abhängigkeit der Hebräer von Alt-Babel in chronologischen Angelegenheiten zu beweisen, ist es vielleicht dienlich, die Namen der babylonischen Monate hier anzugeben:

babylonisch	hebräisch	babylonisch	hebräisch
1. Nisanu	Nisan	7. Tišritu	Tišrih
2. Airu	Is'ar	8. Ara-samna	Marchešvan (Marasachvan)
3. Simanu	Siwan	9. Kislimu	Kislev
4. Dûzu	Tamuz	10. Tebîtu	Tebeth
5. Abu	Aw	11. Schabâtu	Schwat
6. Ulûlu	Elul	12. Adaru	Adar

Man erkennt durchweg die auffällige Aehnlichkeit der Monatsbenennungen.

Die bekannte altchaldäische Saros-Periode von 223 Monaten, welche auch die Voraussagung von Finsternissen ermöglichte, ward vielleicht durch empirische Forschung ermittelt. Die Babylonier liessen — entgegen den Angaben des Plinius — die Nacht dem Tage vorausgehen, sodass für sie mit dem Sonnenuntergang der neue Tag begann — wie es noch heute der mosaische Glauben hält.

Es mag als passender Vergleich nunmehr auch von der Zeiteinteilung der alten Aegypter näher die Rede sein.

Die Aegypter kannten ursprünglich ein Sonnenjahr von 360 Tagen. Dann wurde der Irrtum ersichtlich, und man nahm ein Jahr zu 365 Tagen an. Der altägyptische Mythus erzählt in dieser Hinsicht, dass Isis — die personifizierte Mondgöttin — für ihren Gemahl, den Sonnengott Osiris, dem bösen Dämon Set — vielleicht eher dem Thot, dem aeg. Hermes — 5 Tage beim Brettspiel abgewonnen habe**).

Aber auch die 365 Tage konnten zu genauer Zeitbestimmung nicht genügen. In je 4 Jahren verschoben sich daher die wichtigen Feste um je einen Tag. Zum Ausgleich ward schon in sehr alter Zeit (um 1500 v. Chr.) beschlossen, eine neue Periode einzuführen, die man aus astronomischen Phänomenen an dem Osiris geweihten Hundssterne entnahm. Diese Zeiteinteilung ward von den Hellenen Sothisperiode genannt, weil bei ihnen der Sirius Sothis hiess. Es begann eine neue Sothisperiode beim gleichzeitigen heliakischen Aufgange von Sirius und Venus, d. h., sobald Sirius und Venus zugleich mit der Sonne in der Morgendämmerung bemerkbar wurden. Die Sothis-Periode erneut

*) Zur Kenntnis der altbabylonischen Astrologie vergl. u. a.: Maury, *L'astrologie à l'antiquité*, Paris 1861; A. Bauché-Lesbrey: *L'astrologie grecque*, Paris 1898.

**) Vergl. Heft I, 2. Jahrg. des „Weltall“.

sich immer nach 1461 Jahren, bot aber aus leicht ersichtlichen astronomischen Gründen immerhin keinen genauen Ausgleich*).

So beschloss endlich der ägyptische „Oberkirchenrat", welcher sich im Jahre 286 v. Chr. zu Canopus versammelte, zwecks Verbesserung des Kalenderwesens alle 4 Jahre einen Schalttag einzufügen. Leider geriet diese wichtige Neuerung politischer Verhältnisse wegen rasch in Vergessenheit, und erst dem ägyptischen Astronomen Sosigenes gelang es, dieser immerhin anerkennenswerteren Periode dank der Einsicht des grossen Cäsar — welcher bekanntlich auch einen Traktat über Astronomie verfasst hat — Geltung zu verschaffen. Die Namen der 12 ägyptischen Monate lauten:

1. Thot, 2. Paophi, 3. Athyr, 4. Choiak (Frühlingszeit), 5. Tybi, 6. Mechir, 7. Phamenoth, 8. Pharmouti (Fruchtzeit), 9. Pachon, 10. Paoni, 11. Epiphi, 12. Mesori (Wasserzeit)**).

Aus dieser Einteilung geht hervor, dass die Aegypter einen Herbst nicht kannten. Die Absonderung der Herbstzeit vom Sommer konnte auch blos in Ländern mit geeigneter klimatischer Lage geschehen, da die Teilung des Sommers in Sommer und Herbst bezw. Hochsommer weniger aus astronomischen Gründen als aus klimatischen entstanden zu sein scheint.

Indem wir zu den alten Babyloniern zurückkehren, bemerken wir, dass sich bei ihnen eine Tageseinteilung in 12 Stunden findet, welche einer Nachteinteilung von 12 Stunden entsprach — genau wie späterhin in Alt-Hellas. Die Wasseruhr (klepsydra), bekanntlich eine chaldäische Erfindung, diente zur Sichtbarmachung der kleineren Zeitabschnitte***).

Um die Beobachtungsart der angestellten Hofastronomen in Babylon kennen zu lernen — aber auch kulturhistorisch — wäre es nicht uninteressant, einen Bericht des Sternwartendirektors Nabviden zu Babel an seinen König nach der trefflichen Uebersetzung S. Rawlinson's in *„Cuneiform transcrisption of Western Aria"* vol. III wiederzugeben. Dort heisst es:

> „Dem Städtegründer, dem erhabenen Könige, sein unterthänigster Diener Nabviden, Hofastrolog von Ninive. Mögen Nebo und Merodah gnädig sein dem Städtegründer, meinem erhabenen Könige! Am 15. dieses Monates haben wir den Durchgang des Mondes durch den Knoten beobachtet! Der Mond ist verfinstert worden!" — —

Vorstehender dreitausendjähriger Bericht kann fast wie eine moderne Fälschung anmuten, wenn man von der Ausbildung der babylonischen Astronomie keine Kenntnisse besitzt. —

Nachdem wir nunmehr einen kleinen Ueberblick über die praktische Astronomie der Babylonier der ältesten Zeit gewonnen haben, werden wir im nächsten Artikel die babylonische Lehre von der Schöpfung, von der Weltenbildung kennen lernen und hierbei interessante Streiflichter auf die kosmogonischen Ideen der gesamten Kulturvölker der Antike werfen können.

Max Jacobi.

*) Man vergl. zur Kenntnis des äg. Kalenderwesens auch Rudolf Wolf: Gesch. der Astron. 1878, und „Handbuch der Astron.", Zürich 1890, mit brauchbaren Litteraturangaben.

**) Zur Kenntnis der Astronomie Alt-Aegyptens von gewichtiger Bedeutung: Heinrich Brugsch: Thesaurus inscr. Aegypt, Tom. I. (Die astron. und astrol. Inschriften Alt-Aegyptens.)

***) Noch sei bemerkt, dass die nabonassarsche Periode des Ptolemäus nur von byzantinischen Höflingen der Spätzeit benutzt wurde.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.



DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 10. Heft. **F. S. Archenhold,** Direktor der Treptow-Sternwarte. **1902 Februar 15.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50) einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste II. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Die spektroskopischen Doppelsterne.

Im „Weltall" I, Heft 24, hat Herr Dr. Gerstmann anschaulich und ausführlich geschildert, wie die Linien im Spektrum eines Sterns gegen die normale Lage verschoben erscheinen, wenn sich der Stern uns nähert oder von uns entfernt. Die Farbennüance, welche der richtigen Lage einer solchen Linie entspräche, ist um ein Geringes verändert, gleichwie die Tonhöhe eines Lokomotivenpfiffes eine andere zu sein scheint, wenn sich der Zug nähert oder entfernt. Der Wechsel der Tonhöhe im Augenblick des Vorbeifahrens einer pfeifenden Dampfmaschine oder eines läutenden Radlers ist gewiss jedem Leser schon aufgefallen.

Die mit lichtstarken Fernrohren und standfest gebauten Spektroskopen ausgeführten Untersuchungen von Sternspektren gestatten jetzt besonders unter Zuhilfenahme der Photographie die etwaigen Abweichungen der Linienlagen bei den Sternen 1. bis herab zur 4. oder 5. Grösse, in einigen Fällen sogar bei noch schwächeren Sternen zu erkennen und zu messen. Es ist dann leicht, aus der Linienverschiebung auszurechnen, mit welcher Geschwindigkeit sich ein Stern uns nähert oder sich entfernt, d. h. welches seine Bewegung längs der Sehrichtung ist. Unter günstigen Umständen lässt sich diese Bewegung bis auf 100 Meter genau feststellen. Wenn es sich dann zeigt, dass die zu verschiedenen Zeiten ermittelte Bewegung eines Sterns um ganze, oft um viele Kilometer verschieden ist, lässt sich an einer Veränderlichkeit dieser Bewegung nicht zweifeln. Allerdings bringt die Jahresbahn der Erde selbst eine derartige Schwankung in die Sternbewegungen, allein diese Schwankung, dieser Wechsel zwischen Annäherung und Entfernung kann streng in Rechnung gestellt werden. Es bleibt dann die Bewegung des einzelnen Sterns gegen die Sonne, gegen das Sonnensystem übrig, und diese Bewegung hat sich schon in Dutzenden von Beispielen als veränderlich erwiesen. Es handelt sich da jedesmal um einen Stern, der einen andern ihm nahe stehenden Stern umkreist, und zwar in einer Bahn, die wir unter schiefem Gesichtswinkel, wenn nicht ganz von der Seite sehen würden. Im letzteren extremen Falle muss in jedem Umlaufe zweimal eine gegenseitige Verdeckung der beiden Sterne stattfinden, womit natürlich eine Lichtverminderung verbunden sein muss.



In der That wurde an dem alle 68 Stunden eine Lichtschwächung, eine wirkliche Verfinsterung erleidenden Sterne Algol zum ersten Male (im Jahre 1889) durch Herrn Prof. Vogel in Potsdam die in gleicher Periode vor sich gehende Veränderlichkeit der Bewegung in der Gesichtslinie spektroskopisch nachgewiesen. In der Sekunde legt Algol 42 km in seiner Bahn zurück, deren Durchmesser $10^1/_2$ Mill. Kilometer beträgt. Algol selbst besitzt einen Durchmesser von $1^3/_4$, sein dunkler Begleiter einen solchen von $1^1/_3$ Mill. Kilometer. Die Oberflächen beider Gestirne sind sich also auf weniger als 4 Mill. Kilometer nahe gerückt. Bei solcher Nähe sind gewaltige Gezeiten unausbleiblich; die Folge davon ist eine erhebliche Deformation dieser Weltkörper, die mehr ei- als kugelförmig sein müssen.

Aus Analogiegründen durfte man nach der Vogel'schen Entdeckung auch für die übrigen veränderlichen Sterne des Agoltypus die Doppelsternnatur als sehr wahrscheinlich ansehen. Wegen der viel geringeren Helligkeit bedurfte es kräftigerer Fernrohre zur Beobachtung und photographischen Aufnahme der veränderlichen Linienlage und Sternbewegung. Im Herbst 1897 gelangen Herrn Belopolsky am 30-Zöller der Pulkowaer Sternwarte entsprechende Untersuchungen an dem Stern λ Tauri (3,4. bis 4,2. Gr.), dessen Bewegung um mehr als 30 km variiert. In diesem System ist der Nebenstern aber noch hell genug, um ebenfalls ein Spektrum zu liefern. Seine Geschwindigkeit wechselt viel stärker als die des Hauptsterns, nämlich um mehr als 100 km. Die Bewegungen der zwei sich umkreisenden Sterne müssen natürlich immer entgegengesetzt gerichtet sein; verschieben sich die Spektrallinien des einen Sterns nach dem roten Ende des Spektrums zu, so müssen die des andern Sterns gegen Violett wandern, und auf diese Art kommt periodisch eine Linienverdoppelung zu stande.

Solche regelmässig wiederkehrende Verdoppelungen der Linien sind bis jetzt in vielen Fällen bemerkt worden; sie fallen leicht auf, während die Hin- und Herbewegung einer einfachen Linie nur durch sorgfältige Messung festgestellt werden kann. Die Grösse der Trennung solcher Doppellinien ist ein bequemes Mass für die relative Bewegung eines Sterns um den andern. Gewöhnlich sind die Komponenten einer Doppellinie ungleich stark — entsprechend einer Verschiedenheit der Helligkeit oder der physischen Beschaffenheit der beiden Sterne. Im letzteren Falle, wenn also ein Stern in einem höheren Glutzustande sich befindet, während der andere in der Abkühlung weiter vorgeschritten ist, gewährt das Spektralbild eine Vereinigung der Eigentümlichkeiten zweier verschiedener Spektraltypen. Man sieht beispielsweise zugleich die Eigenschaften des Siriusspektrums und die des Arkturspektrums, und kann daraus folgern, dass ein System vorliegt, in dem ein heisserer und ein kühlerer Stern sich sehr nahe stehen. Die gewöhnlichen Doppelsterne liefern, wenn sie hell genug und ihre Komponenten verschieden sind, solche Mischspektra. Umgekehrt darf man aus dem Vorhandensein des Mischspektrums auf die Duplicität eines Sterns schliessen, auch wenn kein Fernrohr zur Trennung der Komponenten ausreicht.

Für diese verschiedenen Kategorien spektroskopischer Doppelsterne mögen nun einige interessante Beispiele näher beschrieben werden. Fast gleichzeitig mit Algol wurde von Herrn Prof. Vogel die helle Spica in der Jungfrau als Doppelstern erkannt, wobei sich das Spektrum des Begleiters noch spurenweise bemerkbar macht. In 4,0134 Tagen durchläuft Spica ihre Bahn von 10 Mill. Kilometer Durchmesser mit einer Geschwindigkeit von 90 km in der Sekunde. Genau

gesagt, ist dies nur ein Teil der wahren Geschwindigkeit. Die Bahnlinie und Bahnebene liegen jedenfalls schräg zur Gesichtslinie, weil Spica sonst ein Veränderlicher vom Algoltypus mit 4tägiger Periode sein müsste. Welchen Winkel aber die Bahnebene mit der Gesichtslinie macht, lässt sich nicht ermitteln. Wäre dieser Winkel gleich 30°, so wären obige Zahlen um etwa ein Sechstel, wäre er 48°, so wären sie um die Hälfte zu vergrössern. Bei einem Winkel von 60° hätten wir die doppelten Werte, bei 75° die vierfachen Werte, also 360 km Geschwindigkeit und 40 Mill. Kilometer Bahndurchmessei Den erstgenannten Minimalzahlen würde als Masse des Spicasystems die $2^1/_2$fache Sonnenmasse entsprechen; der Abstand der zwei Sterne erreichte noch nicht 0,02″ und läge auch bei 40 Mill. Kilometer Bahndurchmesser mit weniger als 0,1″ unter der Leistungsfähigkeit der heutigen Fernrohre. Sehr deutliche Linienverdoppelungen wurden um 1889 auf der Harvardsternwarte und in Potsdam am Spektrum von β Aurigae entdeckt, die auf eine relative Geschwindigkeit der beiden Glieder des Systems von 220 km führen. Auch beim Hauptstern des als weiter Doppelstern — Abstand 14″ — bekannten Mizar im grossen Bären, dem auch noch der 12′ entfernte Alkor physisch verbunden ist, wurde schon 1890 wiederholt die Spaltung der Calciumlinie K unter gleichzeitiger Verbreiterung anderer Linien (z. B. des Wasserstoffs) beobachtet. Eine Periode liess sich damals nicht zweifelsfrei bestimmen. Dies ist erst im Vorjahre in Potsdam gelungen, wo die Herren Eberhard und Ludendorff sehı scharfe Aufnahmen des Mizarspektrums erhielten. Mit einer relativen Geschwindigkeit von etwa 140 km beschreiben hier zwei Sterne in $20^1/_2$ Tagen bei 35 Mill. Kilometer Entfernung einen Umlauf um den gemeinsamen Schwerpunkt; sie besitzen zusammen die vierfache Sonnenmasse. Wie oben bei Spika wären diese Zahlen zu vergrössern, wenn der Winkel zwischen Bahnebene und Gesichtslinie grösser angenommen wird. Die Masse wächst aber im Verhältnis des Kubus der Entfernung, wäre also bei 140 km Abstand der Komponenten (nahe die Entfernung Sonne—Erde) 250 Sonnenmassen gleich! Zweifellos steht unsere Sonne an Grösse weit hinter diesem Sterne zurück, wie sich noch auf ganz anderem Wege darthun lässt. W. Klinkerfues und später F. Höffler haben als mittlere Entfernung der Hauptsterne des grossen Bären, die mit Ausnahme von α und η ein besonderes Sternsystem mit gemeinsamer Bewegung bilden, eine solche von etwas über 20 Siriusweiten abgeleitet. Das Licht würde zur Zurücklegung dieser Strecke 200 Jahre gebrauchen. Unsere Sonne erschiene in solcher Ferne nur noch als Stern 9. Grösse, während Mizar zur 2. Grössenklasse zählt, oder 600 mal heller glänzt als die Sonne. Teilweise mag dieser Unterschied von höherer Temperatur bedingt sein, sicherlich muss man aber auch die Oberfläche des Mizar weit ausgedehnter annehmen als die der Sonne. Setzen wir das Flächenverhältnis wie 100 zu 1 an, so erhalten wir das Raumverhältnis 1000 zu 1 und finden das obige Massenverhältnis 250 : 1, wenn wir die Dichte des Mizar viermal geringer nehmen als die Sonnendichte. Eine Herabsetzung der Mizarmasse würde eine gleiche Verminderung der Dichte bedingen, eine Auflockerung des Stoffes, die nur in einem beschränkten Grade zugegeben werden kann, wenn man nicht in Widerspruch mit dem Aussehen des Spektrums gerathen will.

Ein anderer Stern, welcher den Gegenstand zahlreicher Spektralforschungen gebildet hat, ist der Veränderliche β Lyrae, der in regelmässiger Periode von 12,908 Tagen einen Lichtwechsel mit zwei Maxima und zwei Minima erleidet. Das Spektrum kann als zusammengesetztes bezeichnet werden, ein Spektrum

mit hellen Linien des Wasserstoffs, das einem grösseren Körper angehört, und ein Spektrum eines kleineren Körpers, für das namentlich eine dunkle Magnesiumlinie charakteristisch ist. Beide Linienarten verrathen entgegengesetzte Bahnbewegungen der beiden Körper, über welche ausführliche Berechnungen von Myers auf Grund von Belopolsky's Spektralaufnahmen vorliegen. Die Bahnhalbmesser des grossen und des kleinen Körpers sind 18,5 und 31,67 Mill. Kilometer lang, die Massen sind das 21- und 9,7fache, zusammen also mehr wie das 30fache der Sonnenmasse, bei geringer Dichte. Die Gestalten dieser Sterne sind jedenfalls von der Kugelform sehr verschieden, so dass bei der Umwälzung des Systems die uns zugekehrte Oberflächensumme ständig wechselt. Zum Teile hierdurch, teils aber auch durch Dazwischentreten hoher atmosphärischer Fluten, die lichtschwächend auf die Sternstrahlung einwirken, kommt der Lichtwechsel zu stande, an dem gegenseitige Verdeckungen wie beim Algol kaum mitwirken.

Dann wären noch die drei regelmässigen und kurzperiodischen Veränderlichen δ Cephei, η Aquilae und ζ Geminorum zu erwähnen, bei denen von Belopolsky und Campbell Bahnbewegungen gleichlaufend mit dem Lichtwechsel nachgewiesen worden sind. Auf's klarste spricht sich hier die Thatsache aus, dass die Lichtminima nicht durch Verdeckungen eines Sterns durch den anderen hervorgerufen sind, denn sie treten zu Zeiten ein, wo die beiden Sterne eines Systems neben, statt hinter einander stehen. In diesen drei Systemen sind die Bahnen ausgeprägte Ellipsen, und zwar ist bei δ Cephei und η Aquilae die Excentricität doppelt so gross als bei ζ Geminorum. Bei letzterem Veränderlichen geht die Helligkeit im Minimum auf die Hälfte der Maximalhelligkeit herab, bei den zwei anderen auf ein Drittel. Es lässt sich sehr wohl begreifen, dass, je grösser die Excentricität, d. h. je verschiedener die grösste und kleinste Entfernung zweier Sterne eines so engen Systems sind, desto bedeutender auch die Erscheinungen von Ebbe und Flut der Atmosphären werden.

Aehnlich wie bei dem Doppelstern Mizar konnten auch bei dem durch seine kurze Umlaufszeit ausgezeichneten Sternpaare $\varkappa$ im Pegasus (durch Campbell) und beim Castor in den Zwillingen (durch Belopolsky) jeweils der Hauptstern spektroskopisch wieder als doppelt erkannt werden. Im Jahre 1899 kündigte Herr Campbell an, dass auch unser Polarstern eine geringe Verschiebung der Spektrallinien mit 4tägiger Periode zeige, dass aber der Mittelpunkt dieser engen Bahn selbst wieder in einer gekrümmten Bahn von langer, noch unbestimmter Umlaufszeit einhergeht. Somit ist der Polarstern ein spektroskopischer dreifacher Stern und ausserdem besitzt er noch in 19″ Entfernung einen sichtbaren Begleiter 10. Grösse. Herr Dr. Hartmann in Potsdam hat das Polarsternsystem kürzlich eingehend studiert; er findet die Periode des engsten Sternpaares gleich 3 Tagen 23 Stunden 14 Min. 21 Sek., nahe so gross wie die von β Aurigae. Die Geschwindigkeit des Schwerpunkts dieser Bahn kann für folgende Zeiten aus Spektralaufnahmen nachgewiesen werden:

Nov. 1888	Geschw.	=	— 25,3 km	(Potsdam),
Okt. 1896	-	=	— 18,0 -	(Licksternwarte),
Aug. 1899	-	=	— 11,7 -	(Licksternwarte),
Nov. 1900	-	=	— 12,1 -	(Potsdam),
Juni 1901	-	=	— 13,5 -	(Licksternwarte).

Die Annäherungsbewegung hatte somit 1899 einen kleinsten Wert und steigt in neuester Zeit entschieden wieder an, so dass für diese weitere Bahn eine Periode von etlichen Jahrzehnten zu vermuten ist.

Ganz besonderes Aufsehen erregte die 1899 unabhängig von Herrn Newall in Cambridge (England) und von Herrn Campbell auf der Lickstemwarte gemachte Entdeckung, dass der hellstrahlende Stern Capella ein enges System ist, bestehend aus einem Sterne vom gleichen Spektraltypus wie die Sonne und einem um eine Grössenklasse schwächeren Stern vom Siriustypus. Die Geschwindigkeit jenes „gelben" Sterns schwankt zwischen + 4,2 und + 55,7 km, die des kleineren „blauen" Sterns zwischen — 3 und + 64 km. Der Umlauf dauert 104 Tage 0,5 Stunden, die Entfernung der Componenten beträgt 83 Mill. Kilometer, vorausgesetzt, dass die Bahnebene senkrecht auf der Himmelsfläche steht oder mit der Gesichtslinie einen verschwindend kleinen Winkel bildet. Jene Distanz ist somit etwas grösser als die Hälfte des Erdbahnhalbmessers, der in der Entfernung der Capella 0,08″ (nach Elkin) gross erscheint. Also wäre die Trennung der beiden Sterne des Capellasystems nur 0,05″. In Greenwich wollen mehrere Beobachter die Capella wenn auch nicht getrennt, so doch länglich gesehen haben und zwar drehte sich der längere Durchmesser des Sternscheibchens entsprechend der 104tägigen Umlaufszeit. Die Astronomen der Lick- und der Yerkessternwarte widersprechen dem ganz entschieden, so dass wir also sagen müssen, der Capellabegleiter ist noch nicht direkt gesehen. Möglicherweise ist seine blauere Färbung daran schuld, für die das Auge weniger empfindlich ist als die photographische Platte. Dem genannten Bahnhalbmesser 83 Mill. Kilometer würde eine Masse des Capellasystems gleich $2^1/_7$ Sonnenmassen entsprechen. Nun leuchtet aber die Capella in Wirklichkeit über hundertmal stärker als unsere Sonne. Geben wir von diesem Lichte dem gelben Stern zwei, dem blauen ein Drittel, so folgt für jenen ein mindestens achtmal so grosser Durchmesser als der Sonnendurchmesser. Die Oberflächen des Sterns und der Sonne haben, wie schon erwähnt, dieselbe Beschaffenheit, also kann die vermehrte Leuchtkraft nur von der entsprechend vergrösserten Oberfläche herkommen. Zu einem 8mal grösseren Durchmesser gehört eine 64mal grössere Oberfläche und Helligkeit, aber auch eine 512mal grössere Masse bei Annahme gleicher Dichte, während eine stärkere Zusammenpressung und höhere Dichte der Centralteile eines so viel mal grösseren Sterns fast notwendig zu sein scheint. Wir müssen also wohl schliessen, dass die Bahn des Capellasystems einen grossen Winkel mit der Sehrichtung macht; nehmen wir denselben zu 70° an, so erhielten wir eine Distanz der Componenten im Betrag von 243 Mill. Kilometer und eine Gesamtmasse gleich 53 Sonnenmassen; für 75° wäre die Distanz 320 Mill. Kilometer, die Masse 124 Sonnenmassen. Diese Zahlen sind wenigstens einigermassen vergleichbar mit den aus der Helligkeit hergeleiteten. Dann wäre auch eine entsprechend auf 0,13″ oder 0,17″ vergrösserte scheinbare Entfernung der Componenten zu erwarten, die unter geeigneten Vorrichtungen (für Abblendung des grossen Glanzes) zur direkten Beobachtung der zwei Einzelsterne führen könnte.

Sehr genau untersucht ist auch die Bahn des spektroskopischen Doppelsterns η Pegasi, als solcher von Belopolsky und Campbell entdeckt. Die Umlaufszeit ist von Crawford in San Francisco zu 818 Tagen oder $2^1/_4$ Jahren berechnet worden, sie bildet also schon den Uebergang zu der kürzesten Periode eines „optischen" Doppelsterns, $5^1/_2$ Jahren von δ im Füllen.

Im ganzen kennt man jetzt, abgesehen von den Veränderlichen des Algol- und des Lyratypus, die man wohl sämtlich als doppelt betrachten darf, gegen 50 spektroskopische Sternsysteme, zu deren Entdeckung die periodischen Ver-

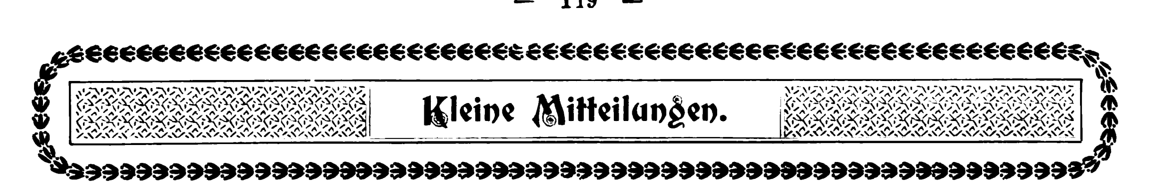
schiebungen und Verdoppelungen der Linien verholfen haben. Die Paare mit festgestellter Periode sind:

Stern	Periode		Stern	Periode	
μ Scorpii	1,446	Tage	ζ Centauri	8,024	Tage
π Scorpii	1,571	-	ι Pegasi	10,2	-
Castor	2,934	-	ο Leonis	14,5	-
Polarstern	3,968	-	λ Androm.	19,2	-
β Aurigae	3,984	-	Mizar	20,6	-
Spica	4,013	-	Capella	104,0	-
ε Leonis?	4,5	-	χ Draconis	281,8	-
ϰ Pegasi	6,0	-	η Pegasi	818,0	-
ϑ Urs. maj.?	6,0	-			

Zu wertvollen Entdeckungen dürfte wohl in manchen Fällen eine genauere Prüfung der Sterne mit gemischtem oder zusammengesetztem Spektrum führen. Von den hellsten Sternen gehören hierher Antares und vielleicht auch Beteigeuze. Antares ist ein Doppelstern 1. und 8. Gr. in 3″ Abstand; spektroskopisch kann sich der verhältnismässig schwache Stern neben dem glänzenden Hauptstern nicht bemerkbar machen. Das Antaresspektrum weist nun aber die charakteristischen Eigenschaften des III. und zugleich die des I. Typus auf, es muss also bei dem rötlichen Sterne ein weniger heller weisser Stern sich befinden. Der Stern Beteigeuze (α Orionis), selbst seiner rötlichen Färbung entsprechend zu dem eine weiter fortgeschrittene Abkühlung anzeigenden III. Typus gehörend, scheint einen Begleiter vom II. Typus, also von sonnenartiger Beschaffenheit zu besitzen. Sehr stark müssen, nach Ausweis des Mischspektrums zu schliessen, die optisch noch ungetrennten Glieder des Systems ε im Schiff Argo (Kiel) kontrastieren, von denen das eine zum III. Typus zu rechnen ist, während der andere Stern noch nicht den Siriustypus erreicht hat.

So gewährt daher das Spektroskop in mannigfacher Weise die Möglichkeit, die Leistungsfähigkeit des Fernrohrs zu erweitern und seine „trennende Kraft“ ganz wesentlich zu erhöhen. Viele der oben beschriebenen Sternsysteme sind überhaupt so eng, dass die einzelnen Sterne überhaupt nie separat zu sehen sein werden. Bei einigen Veränderlichen des Algol- und Lyratypus lässt sich der Verlauf des Lichtwechsels kaum anders erklären als durch die Annahme, dass die beiden durch gegenseitige Anziehung eiförmig verlängerten Sterne sich bis zur Berührung nahe stehen und so einen einzigen hantelförmigen Körper darstellen. Die Bewegung in einem derartigen System wäre somit eher als Rotation und nicht als Umlaufsbewegung aufzufassen. Es wurde auch schon die Ansicht ausgesprochen, dass der nahe „Begleiter“ gewisser Sterne nur eine einseitige Protuberanz, eine allerdings sehr grosse Hervorragung am Hauptkörper wäre, bestehend aus leichten Gasmassen in hohem Glühzustand, der durch Stoff- und Wärmezufuhr aus dem Inneren des Hauptsterns fortwährend aufrecht erhalten würde. Dann wäre es auch nicht mehr rätselhaft, dass neben einem grossen „alten“ Sterne, der wie Antares schon die Entwicklungsstufe des III. Spektraltypus erreicht hätte, ein kleiner „junger“ Stern vom I. Typus steht.

A. Berberich.



Die Eigenbewegung des neuen Sterns im Perseus. Im allgemeinen sind die Fixsternbewegungen erst nach Ablauf von Jahren sicher erkennbar, bei der Nova von 1901 scheint sich die Ortsveränderung bereits im Zeitraume von wenigen Monaten bemerkbar zu machen. Wenigstens folgert Herr Dr. F. Ristenpart in Berlin-Friedenau aus den Beobachtungen des Herrn Aitken (Lickssternwarte) eine Verschiebung der Nova relativ zu sechs Nachbarsternen, entsprechend einer jährlichen Eigenbewegung von über 3 Sekunden. Die wahre Geschwindigkeit dieses merkwürdigen Sterns wäre dann mehrere hundert Kilometer in der Sekunde, (Astr. Nachr. No. 4763.)

* * *

Das Gesamtlicht aller Sterne. Der berühmte amerikanische Astronom Simon Newcomb hat neuerdings durch Beobachtungen verschiedener Art zu ermitteln gesucht, wie viel Licht die Erde von der Gesamtheit aller Sterne zugesandt erhält. Er fand diese Lichtmenge so gross wie die von 1500 bis 2000 oder vielleicht noch mehr Sternen 1. Grösse, die gleichmässig über den Himmel verteilt wären. Mittels einer besonderen Vorrichtung konnte er feststellen, dass sein Auge noch die Lichtmenge empfand, die von einem Stück der Himmelsfläche gleich dem sechsten Teil der Mondscheibe ausstrahlte. Dieses Licht ist nicht heller als das eines Sterns 8. Grösse. Vergleichshalber sei erwähnt, dass das Vollmondlicht dem von etwa 120000 Sternen 1. Grösse zusammen entspricht, wobei Atair oder Aldebaran als Normalstern 1. Grösse gelten kann. Capella ist fast doppelt, Sirius sechsmal so hell, so dass der Vollmond die 20000fache Siriushelligkeit besitzt.

* * *

Das vierte Hundert neuentdeckter Doppelsterne hat Herr Hussey soeben veröffentlicht. Dieser Astronom sucht mit den grossen Fernrohren der Lickssternwarte den Himmel nach sehr engen Sternpaaren ab. Bis jetzt hat er 30 Paare von weniger als $^1/_4''$ Distanz gefunden, weitere 70 von $^1/_4''$ bis $^1/_2''$, 90 von $^1/_2''$ bis 1″, 98 von 1″ bis 2″ und 102 Paare von 2″ bis 5″ Abstand.

* * *

Sehr wertvolle Doppelsternmessungen hat Herr Prof. H. Struve (Königsberg) in den Jahren 1885 bis 1895 am 30-Zöller der russischen Hauptsternwarte zu Pulkowa angestellt. Die Zahl der im eben erschienenen XII. Bd. der Pulkowaer Publikationen enthaltenen Messungen beträgt über 3000 und betrifft etwa 750 zwei- oder mehrfache Sterne. Bevorzugt hat Herr Struve die Systeme mit raschlaufenden Begleitern, so dass seine Arbeit namentlich den Berechnern von Doppelsternbahnen höchst willkommen sein wird.

* * *

Perlmutterwolken hat die letzte dänische Expedition, die zur Untersuchung der Nordlichter in das Polargebiet entsandt worden war, beobachtet und nunmehr in dem Bulletin der dänischen Akademie der Wissenschaften beschrieben. Diese Wolken haben eine gewisse Aehnlichkeit mit den „leuchtenden Wolken", die jahrelang in unseren Breiten zur Nachtzeit Aufsehen erregt haben. Jene Gebilde haben ihren eigentümlichen Namen „Perlmutterwolken" von dem norwegischen Meteorologen Professor Mohn erhalten. Die dänischen Forscher hatten zweimal Gelegenheit, solche Himmelserscheinungen zu sehen. Das erste Mal gelang es auch, die Höhe der betreffenden Wolke zu etwa 40 Kilometer über der Erdoberfläche zu messen. Bei der zweiten Gelegenheit war dies nicht möglich, da alle Mitglieder der Expedition an demselben Ort vereinigt waren, aber man konnte als Entgelt dafür einige sehr merkwürdige Beobachtungen über die Bewegung der Wolke anstellen. Zunächst erschien diese als ein horizontales Band über dem südwestlichen Horizont in einer Höhe von 30—35 Grad. Sie zog dann ziemlich langsam gegen Ost, dann aber blieb sie stehen und kehrte wieder zu ihrer früheren Stellung zurück. Während der Rückwärtsbewegung löste sich ein Teil der Wolke vom kreisförmigen Umriss ab und schwamm mit einer Geschwindigkeit von 1 Grad in 4 Sekunden für sich allein gegen Süden. Nachdem sie 7 Grad am Himmelsgewölbe durchmessen hatte, zerstreute sich die kleine Wolke. Dass diese Bewegungen den Perlmutterwolken eigentümlich waren, ging daraus hervor, dass eine Federschichtwolke (Cirrostratus), die gleichzeitig in der entsprechenden Himmelsgegend stand, zur selben Zeit unbeweglich blieb. Die Farbe jener Bildungen war etwas wechselnd, am Rande meist rot, nach der Mitte zu rosa bis grün. Diese Wolken er-

schienen bei hellem Tageslicht nahezu um die Mittagsstunde. Eine Beobachtung durch das Spectroskop ergab nur die Linien des gewöhnlichen Spektrums des Himmelsgewölbes bei Tageslicht. ausserdem einige Absorptionslinien, die eine grosse Menge von Wasserdampf anzeigen. Wahrscheinlich verhinderte jedoch nur das starke Sonnenlicht die Wahrnehmung besonderer Eigentümlichkeiten in dem Spektrum der Wolken. Ihre eigenartige Bewegung liess sich nicht aus dem Einfluss eines Windes erklären, vielmehr gelangte Professor Paulsen, der Leiter der Expedition, zu dem Schluss, dass die Perlmutterwolken durch ganz andere Kräfte ihre Bewegung erhalten haben müssten, und zwar durch die Mitwirkung von Elektrizität. Der französische Meteorologe Brillouin hat darauf hingewiesen, dass die Eisnadeln, die in grossen Mengen in den höheren Schichten des Luftmeers enthalten sind, unter dem Einfluss der ultravioletten Sonnenstrahlen eine positive elektrische Ladung annehmen, während gleichzeitig die umgebende Luft negativ elektrisch wird. Auch aus anderen Gründen gewinnt die Annahme an Wahrscheinlichkeit, dass die höchsten Schichten der Atmosphäre reich an negativer Elektrizität sind. Paulsen erklärt nun die Bildung einer Perlmutterwolke aus Strömungen negativer Elektrizität, die die Eigenschaft besitzt, Wasserdampf zu verdichten. Die Wolken bewegen sich wahrscheinlich in der Richtung der elektrischen Strömungen.



Ein besonderes Komitee für die Erbauung der Vortragshalle der Treptow- Sternwarte ist in der Bildung begriffen. Diesem Komitee sind bis heute beigetreten die Herren: Oberbürgermeister Kirschner, Erster Bürgermeister Wilde-Schöneberg, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Albert Eulenburg, Wirkl. Admiralit.-Rat Dr. jur. P. Felisch, Geh. Reg.-Rath. Prof. Dr. L. Wittmack, Fabrikbes. Dr. Erich Kunheim, P. Hoppe, Oeconomierat L. Späth, Kommerzienrat C. Bolle, Julius Model, Prof. Zaar, Archit. und Doc. am Kunstgew.-Mus., Dr. med. Paul Schmidt, Frau Marie Schulenburg-Ottleben geb. Halske, Fräul. A. Saegert, Prof. Dr. N. Zuntz, Fabrikbes. Oscar Heinzelmann, O. Mindt, Eugen Tornow-Frankfurt a. M., L. Bing, Geh. Hofrat H. Kelchner, Oberbürgermeister Schustehrus-Charlottenburg.

* * *

Weitere Beiträge zur Errichtung der Vortragshalle der Treptow-Sternwarte sind gezeichnet worden:

44.	Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte	1000 M.
45.	Fabrikbesitzer Dr. Erich Kunheim, Berlin	300 -
46.	Eugen Tornow, Frankfurt a. M.	300 -
47.	Ingenieur Christian Lange, Berlin	300 -
48.	Kgl. Geh. Baurat W. Böckmann, Berlin	100 -
49.	Kommerzienrat C. Bolle, Berlin	100 -
50.	R. Henneberg, Berlin	100 -
51.	Edward Markus, Berlin	100 -
52.	Ingenieur Emil Naglo, Treptow	100 -
53.	Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure, Berlin	100 -
54.	Frau Geh. Sanitätsrat Bertram und Sohn, Berlin	30 -
55.	Dr. Paul Hoering, Berlin	30 -
56.	Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. L. Wittmack, Berlin	20 -
57.	Prof. Ludwig Knaus, Berlin	20 -
58.	Dr. Max Runge, Berlin	20 -
59.	Franz Stock, Treptow	20 M.
60.	Adolf Protzen, Stralau	20 -
61.	Ober-Bürgermeister Kirschner, Berlin	10 -
62.	Wirkl. Geh. Admiralitätsrat Dr. P. Felisch, Berlin	10 -
63.	Louis Levin, Berlin	10 -
64.	J. Lewinsohn, Berlin	10 -
65.	Apotheker E. Hellwich, Bischofstein	10 -
66.	Frau Major Antonie Pohle, geb. Saegert, Berlin	5 -
67.	Frau Amtsgerichtsrat Pniower, Berlin	5 -
68.	Frau Schulvorsteherin Klara Hessling, Berlin	5 -
69.	Geschwister Else und A. Rabe, Berlin	3 -
		2728 M.
	Die Summe der früheren Spenden betrug:	4045 -
	Insgesamt:	6773 M.

Allen freundlichen Zeichnern sprechen wir den wärmsten Dank für diese Bethätigung ihres Interesses aus.

Weitere Beiträge nimmt die „Deutsche Genossenschaftsbank von Soergel, Parrisius & Co., Berlin W., Charlottenstrasse 35a," entgegen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 11. Heft. **F. S. Archenhold,** Direktor der Treptow-Sternwarte. **1902 März 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).
Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Weineks Mondstudien.

Es gab eine nicht sehr lange hinter uns liegende Zeit, in der man wähnen konnte und auch wirklich glaubte, das Studium der Oberflächenbeschaffenheit unseres Trabanten sei in der Hauptsache abgeschlossen. Das war etwa um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts. Beer und Mädler hatten ihre mit Recht berühmte *„Mappa Selenographica“* geliefert; daneben wurden auch Opelt und Lohrmann genannt, obwohl man das grosse Verdienst des letztgenannten noch nicht vollständig zu würdigen in der Lage war*). Alsdann inaugurierte Julius Schmidts unvergleichliche Betriebsamkeit eine neue Periode der Mondforschung, welcher der Himmel Griechenlands, unter dem der treffliche Beobachter seinen zweiten Lebensabschnitt verbringen durfte, sehr zu statten kam. In den siebziger Jahren, welche durch das Erscheinen der Werke von Nasmyth-Carpenter und Neison ausgezeichnet sind, begann die modernste bis zum heutigen Tage nachwirkende Epoche dieses Zweiges der Himmelskunde; H. J. Klein, Gaudibert, Birt, Puiseux-Loewy, Henry, Prinz, die Astronomen der Lick-Sternwarte und viele andere haben sich grosse Verdienste um Detailaufnahme und Kartierung erworben. Die neuesten Hilfsmittel der Astrophysik traten in den Dienst der lunaren Astronomie, und dass auch die altgewohnte Methode der directen Wiedergabe der Mondobjekte durch den Zeichenstift zu sehr exacten Ergebnissen führen kann, beweist der Atlas von Krieger. Als einer der unermüdlichsten Förderer der Mondkunde ist aber vor allem auch der Prager Astronom L. Weinek zu nennen, und es ist, wenn man sich auf den Standpunkt des Specialisten stellt, vielleicht als ein glücklicher Umstand zu erachten, dass die alte Sternwarte des Prager Klementinums die Präcisionsmessung sehr erschwert und ihren Leiter so darauf

*) Erst Schmidt hat die hohe Bedeutung der Lohrmann'schen Blätter erkannt und uns durch Publikation derselben in den Stand gesetzt, ihm hierin nachzufolgen. Vgl. seine Ausgabe der betreffenden Karte in 25 Sectionen (Leipzig 1878), die durch die Mühewaltung H. Eberts eine Neuauflage (ebenda 1892) erfahren hat.



hinweist, sich andere Aufgaben zu stellen. Die zusammenhängenden und auf ein bestimmtes Ziel gerichteten Arbeiten Weineks wären auf einem anderen Observatorium wohl kaum so zustande gekommen. Ihnen sind die nachfolgenden Erörterungen gewidmet, deren Zweck es hauptsächlich ist, zu zeigen, dass die um die Jahrhundertwende erlangte Oberflächenkenntnis des Mondes mit derjenigen, die man von sehr vielen Teilen unserer Erde besitzt, den Vergleich durchaus nicht zu scheuen braucht. Angewiesen sind wir in dieser Beziehung hauptsächlich auf die Veröffentlichungen der Prager Sternwarte, mit denen im Jahre 1884 begonnen wurde, und von denen jetzt der vierte Band vorliegt*). Selbstverständlich erstrecken sich dieselben auch auf andere Fragen, die uns hier nicht näher angehen, und auch das ganze, höchst reichhaltige selenographische Material, welches darin enthalten ist, erschöpfend darstellen zu wollen, liegt uns ferne. So sei nur vorübergehend gedacht der „gekrümmten" Rillen, welche Weinek entdeckte**), und von deren Existenz sich auch seinerseits der Amerikaner Pickering überzeugte. Wir gehen vornehmlich darauf aus, die originellen Beobachtungs- und Messungsmethoden zu kennzeichnen, von denen uns Weinek selbst bei anderer Gelegenheit***) nähere Mitteilung gemacht hat.

Dass man auf Mondkarten auch Grössen und Entfernungen im Sinne der terrestrischen „Kartometrie" bestimmen kann, versteht sich von selbst. Sowie jedoch die Objekte und Distanzen klein werden, vermindert sich auch die Genauigkeit einer einfachen Messung sehr. Hier setzt nun Weineks Verwendung des Mikroskopes ein†). Die photographische negative Platte, welche irgend eine Mondgegend abbildet, ist rastriert, d. h. in eine Anzahl sehr kleiner Quadrate geteilt, so dass jede Quadratseite einer angebbaren Länge auf der Mondkugel entspricht. Parallel zu jeder der beiden Scharen orthogonaler Linien, welche das Raster bilden, wird nun ein Vergrösserungsglas über die Platte weggeführt und jeweils auf den Eckpunkten der Quadrate eingestellt. In jeder einzelnen Lage zeichnet der Beobachter, der das Photogramm in einer starken, etwa 1000 fachen Linearvergrösserung vor sich hat, Alles auf, was er von neuen, dem freien Auge unerkennbar gebliebenen Dingen wahrnimmt. Eine Fülle von Detail ist dadurch der Mondkarte gewonnen, und zwar in scharf bestimmter Position. Wie weit man es hierin schon vor einigen Jahren gebracht hatte, war von Weinek an verschiedenen Orten dargelegt worden††); ein selenisches Gebilde, dessen Absolutausdehnung noch nicht einmal ganz 1 km erreichte, konnte individuell unterschieden werden. Und der vorliegende vierte Band führt aus, was seitdem auf diesem viel versprechenden Arbeitsfelde weiter geleistet worden ist.

*) Ladislaus Weinek, Astronomische Beobachtungen an der k. Sternwarte zu Prag in den Jahren 1892—1899 nebst Zeichnungen und Studien der Mondoberfläche nach photographischen Aufnahmen, Prag 1901. Dem Bande sind, neben 12 Textabbildungen, 18 Tafeln beigegeben, die in Heliogravüre, Phototypie, Lichtdruck und Lithographie ausgeführt sind und eine gewisse Vergleichung der zur Reproduktion angewandten Verfahrungsweisen gestatten.

**) Weineks Beobachtungen aus dem Jahre 1889—1891, die den zweiten Band der Serie erfüllen (Prag 1892), enthalten die einschlägigen Nachweise.

***) Eine Uebersicht über den damals erreichten Stand der Messungsmethoden erhielten wir von Weinek selbst. (Die Fortschritte in der Selenographie, Himmel und Erde, 1. Band, S. 557 ff.)

†) Vgl. auch: Witt, Photographie und Mondforschung, Himmel und Erde, 5. Band, S. 38 ff.

††) Weinek, Einiges mit Bezug auf das feinere photographische Monddetail, Astronomische Nachrichten, No. 3428; Wiener Akademischer Anzeiger vom 9. Mai, 4. Juli und 19. Dezember 1895, 19. März, 7. Mai, 9. Juli und 3. Dezember 1896; Ueber das feinere selenographische Detail der lokalen Mondphotographie der Mt. Hamiltoner und Pariser Sternwarte, Prag 1897.

Zunächst wurde eine Reihe von zeichnerischen Vergrösserungen ausgeführt, zu denen ein nach der Originalplatte von Mount Hamilton*) hergestelltes Diapositiv die Unterlage bildete. Der Umstand, dass man in Prag nicht nach photographischen Originalen arbeiten konnte, die in bekannter Vorzüglichkeit früher nur die berühmte kalifornische Sternwarte kraft der Gunst ihrer Lage und Ausstattung herzustellen vermochte, brachte keinen Nachteil mit sich; Holden hat die Prager Handzeichnungen mit den Negativen seiner Anstalt verglichen und sich von der vollständigen Uebereinstimmung beider überzeugt. Die dabei immer noch aufzuwerfende Frage, ob irgend eine Einzelheit wirklich dem Monde angehört oder durch einen nicht ganz gleichmässigen Belag der Platte irrtümlich in die Mondlandschaft hineingekommen ist, wurde nicht sofort zu lösen versucht, sondern späterer Entscheidung vorbehalten. Endlich erfolgte die Vergleichung der in erwähnter Weise ausgeführten Landschaftszeichnung mit der Schmidtschen Karte, um zu ermitteln, inwieweit der Inhalt letzterer im Einzelfalle zu bestätigen oder zu rectifizieren war.

Diejenigen Mondberge, welche in den letzten Jahren nach Massgabe der hier geschilderten Methode kontrolliert wurden, waren Wendelin, Langren und Coppernicus. Man erkennt bald, dass eine grosse Fülle bisher unbeachtet gebliebener Objekte aufgefunden ward, welche an einzelnen Orten die Physiognomie des Mondes beträchtlich verändern. Dass bei solch feinen Untersuchungen sich auch Abweichungen gegenüber den Angaben anderer Selenographen ergeben mussten, liegt am Tage, und ohne dass deshalb denen, deren Hilfsmittel eine so minutiöse Verfolgung der Oertlichkeiten nicht erlaubten, irgendwie ein Vorwurf zu machen wäre, wird man gleichwohl den vorliegenden Mitteilungen den Vorrang insofern zuzugestehen geneigt sein, als eben die starke Vergrösserung des Lichtbildes von vornherein Teile der Mondoberfläche sozusagen zu zerlegen ermöglicht, die früher keinerlei Differentiierung hervortreten liessen. Die peinliche Genauigkeit, mit der Schmidt zu Werke ging, offenbart sich durch diese photogrammetrische Ueberprüfung besonders deutlich. So hatte er schon 1855 und 1862 mit den Refraktoren von Rom und Athen eine Rille im Innenwalle des Kraters Coppernicus entdeckt, die Neison nachher nicht mehr wiederzufinden vermochte und deshalb anzuzweifeln geneigt war. Jetzt wird sie von Weinek wieder in ihr Existenzrecht eingesetzt.

Aber freilich ist das vergrössernde Zeichnen nach der Platte ein mühsames und umständliches Geschäft, und der Gedanke liegt nahe, den Vergrösserungsakt der Photographie selbst zu übertragen. Diese Arbeit hat denn auch die Lick-Sternwarte auf sich genommen**), und die von ihr solchergestalt erzielten

*) Diese der Sternkunde zur hohen Zierde gereichende Anstalt wurde aus einem Vermächtnis erbaut, welches der kalifornische Krösus James Lick (gest. 1876) für diesen Zweck bestimmt hatte; er liegt in dem Unterbau der Sternwarte begraben. Mt. Hamilton, zu den sogenannten Calaveras-Bergen gehörig, hat eine Höhe von 1286 m und wird von dem unter W. W. Campbells Leitung stehenden Observatorium gekrönt, dessen Refraktor den grössten aller seiner auf Alte und Neue Welt verteilten Genossen zugezählt werden kann. Das Yerkes-Teleskop hat eine grössere Linse, das Treptower eine grössere Brennweite.

**) Hierzu wäre zu vergleichen eine Abhandlung Weinek's *(Selenographical Studies, based on Negatives of the Moon taken at the Lick Observatory)*, welche der dritte Band der *„Publications of the Lick Observatory of the University of California* (Sacramento 1894) gebracht hat. Holden sandte derselben eine Einleitung voraus. Besonders hervorheben möchten wir die Erörterungen über das Mare Crisium, dessen photographische Abbildung den Prager Astronomen zu seinem jetzt glücklich verwirklichten Plane mächtig angeregt hat, weil jene — und das kann auch sogar der Laie mitfühlen — die Plastik der hart an der Schattengrenze gelegenen und gegen das tiefe Dunkel der Nachtseite grell abstehenden Berge wunderbar gut veranschaulichte. Für die Kenntnis der

Bilder erreichten den Massstab, welchen Maedlers und Lohrmanns Mondkarten besitzen. Doch blieb man bei der 7 fachen Vergrösserung stehen, weil sonst bei der Häufung des Stoffes die Deutlichkeit gelittten hätte. Weinek musste konstatieren, dass das photographisch vergrösserte Bild, weil das Korn der Emulsion natürlich an der Vergrösserung teilgenommen hatte, viel verschwommener als die zeichnerische Wiedergabe ausgefallen war. Um dem abzuhelfen, wurden in Prag selber Versuche angestellt*), und zwar wurden die Mikrometerokulare von Reinfelder und Hertel als photographische Vergrösserungsobjektive benützt. Für die Mitte des Gesichtsfeldes führten diese Versuche im Bilde zu einem sehr befriedigenden Erfolge, während gegen den Rand hin sich eine astigmatische Verzerrung bemerklich machte; d. h. das Einzelkorn erschien in ein Aggregat von Flöckchen aufgelöst, und mit Zunahme der Vergrösserung wuchs auch die Unklarheit, so dass fürs erste zwischen den Lick-Photogrammen und den äusseren Partien der Prager Bilder kein wesentlicher Unterschied zu erkennen war. Derjenige Kreis, innerhalb dessen eine die Zeichnung erreichende Schärfe des Bildes obwaltete, hatte demzufolge nur einen kleinen Durchmesser; doch hatte dies weniger zu sagen, weil ja doch das Mikroskop so verschoben wurde, dass immer nur die völlig verlässlichen Partien in das Sehfeld fielen. Immerhin musste es wünschenswert sein, das ganze Feld gleichmässig klar zu gestalten, und hierzu verhalf Abbe in Jena, der Meister der praktischen Dioptrik, auf dessen Rat ein Zeiss'sches Objektiv mit 22 mm Brennweite gewählt wurde, das für einen Bildwinkel von 30° vollkommene Reinheit gewährleistete. Dieses Objektiv gewährte denn die Möglichkeit, um den Prager photographischen Mondatlas zu vollenden. Dass es einen eigenen Apparates bedurfte, um die photographische Vergrösserung zu bewerkstelligen, versteht sich von selbst, und gleicherweise musste die Art und Reihenfolge der Manipulationen erst experimentell festgestellt werden, indem ja zumal die Expositionsdauer sehr von den Zufälligkeiten der augenblicklichen Lichtverhältnisse abhängt. Unterstützt von seinem Adjunkten Spitaler, derzeitigem Professor der kosmischen Physik an der deutschen Universität, konnte so Weinek mit seinem verbesserten Apparate im Ganzen während $6\frac{1}{2}$ Jahren (1. Dezember 1893 bis 13. April 1900) nicht weniger denn 824 vergrössernde Aufnahmen machen, zu denen direkte astrophotographische Bilder der Pariser Sternwarte, des Lick-Observatoriums und der von Pickering auf einem Andenberge nächst Arequipa begründeten Beobachtungsstation das Material hatten liefern müssen. Und aus diesen Aufnahmen hinwiederum ist der Weinek'sche Mondatlas erwachsen, der im Jahre 1900 seinen Abschluss fand.

Den Vergleich zwischen den Anfangs- und Schlussstadien dieses höchst verdienstlichen Werkes können wir anstellen, wenn wir einen Blick auf gewisse Tafeln des vierten Bandes werfen, die eben zu diesem Zwecke Aufnahme gefunden haben. Drei besonders charakteristische Bildungen ehemaliger vul-

Wallebenen, sei es, dass sie im Inneren einfach gebaut, oder aber von isolierten Piks und Kratern erfüllt sind, tragen die Zeichnungen der Ringgebirge Archimedes und Arzachel einen geradezu typischen Charakter, während bei Petavius eine ausgezeichnet schöne Rille Beachtung erheischt. Inhaltlich finden zwischen diesem Aufsatze und dem vierten Prager Bande, an den sich diese Besprechung vorwiegend hält, aus nahe liegender Ursache mancherlei Berührungen statt.

*) Mit nur zu gutem Grunde wird Verwahrung eingelegt gegen die Art und Weise der Polemik, welche, hauptsächlich durch das Verschulden eines Einzelnen, neuerdings in die Wissenschaft vom Monde hineingetragen worden ist. Dergleichen macht es gewissenhaften Gelehrten fast unmöglich, überhaupt in einen Meinungsaustausch über die feinen und schwierigen Fragen dieses ihres an sich schon so komplizierten Arbeitsgebietes einzutreten.

kanischer Thätigkeit auf dem Monde bilden die Vergleichsobjekte, nämlich Clavius, Tycho und Ptolemaeus. Sehr interessant ist ferner eine Skizze der lunaren Apenninen, bekanntlich eines Gebirges, welches unseren Erdgebirgen am meisten unter allen Erhebungen der Mondoberfläche ähnelt und jedenfalls auch für tektonische Kraftäusserungen in den oberen Schichten unseres Satelliten Zeugnis ablegt. Maedler sprach sich mit richtigem Blick dahin aus, dass es sich bei diesem verwickelten Hochlande später einmal zeigen müsse, ob die Mondtopographie durch eine ganz neue, vervollkommnete Methodik befruchtet worden sei, und Weinek's Beschreibung macht uns denn auch mit einer Fülle von Thatsachen bekannt, welche das Oberflächenmodell dieser Mondpartie gründlichst umgestalten. Das Verzeichnis der Objekte, welche auf den Lick-Platten präzis hervortreten, während sie anderwärts entweder gar nicht oder unrichtig abgebildet sind, ist ein sehr reichhaltiges. Man ersieht, auch wenn man nur als Fernerstehender diesen Arbeiten folgt, klar genug, dass eine ungeheure Aufmerksamkeit zu solchen Studien gehört, und das mit der Behauptung irgend eines noch so tüchtigen Beobachters, ein gewisses Objekt sei nicht vorhanden, weil ihm dessen Identifizierung nicht geglückt sei, die Sache noch keineswegs erledigt ist*). Kann doch schon eine geringe Vermehrung oder Verminderung der Neigung, unter welcher die Sonnenstrahlen einfallen, die Schattenverhältnisse so gründlich verändern, dass in der That die Erkennbarkeit in Frage gestellt wird.

Was nun endlich den Mondatlas selbst anbelangt, so sei bemerkt, dass derselbe auf 200 Tafeln (26 : 31 cm) die sichtbare Mondhalbkugel vollständig zur Anschauung bringt. Die namhaften Kosten wurden grösstenteils durch Subskription gedeckt. Die 200 Bilder stellen nicht ebensoviele selbständige Gegenden dar, sondern es beträgt die Anzahl der reproduzierten Landschaften nur 100, indem jedesmal die Beleuchtung eine doppelte ist (vor- und nachmittägige Stellung der Sonne). An der Hand der Atlasblätter kann man leicht eine Berechnung relativer Höhen von Mondbergen durchführen. So wird denn dieses Prachtwerk zweifellos von der Astrophysik als eine wertvolle Bereicherung ihrer an sich schon so reichhaltigen Litteratur begrüsst werden, und zumal für die fruchtbaren Bestrebungen, die Uebereinstimmungen und Gegensätze in der Natur des Mondes und der Erde klarzustellen, ist eine solche Unterlage unschätzbar. Möge die rastlose Thätigkeit des Autors, die sich über mehr als ein Dezennium erstreckt, allenthalben die gebührende Anerkennung finden. S. Günther.



Ueber die scheinbare Abflachung des Himmelsgewölbes und die Vergrösserung der Gestirne am Horizont.

Von Alfred Arendt.

In einer eingehenden Abhandlung behandelt Professor Reimann „Die scheinbare Vergrösserung der Sonne und des Mondes am Horizont". Diese Abhandlung enthält wertvolle Ueberblicke über die alten Ansichten hinsichtlich

*) Weinek hat sein Verfahren auch früher schon auseinandergesetzt (Berghöhenbestimmung auf Grund des Prager photographischen Mondatlasses, Sitzungsberichte der Wiener Akademie, 5. Januar 1899). In dem beigefügten Verzeichnis der „Plattenkonstanten" sind drei Hilfsgrössen enthalten, mit deren Hilfe man sich die gesuchte Höhe im Winkel- oder Linearmass verschaffen kann, nachdem man zuvor die selenographischen Koordinaten (Breite und Länge) des betreffenden Berges durch direktes Ausmessen auf der Karte ermittelt und die Winkelhöhe bestimmt hat, in welcher die Sonne im Augenblick der Beobachtung über der als Niveau gewählten Ebene stand.

dieser Fragen und hat in weiten Kreisen Beachtung gefunden. Die Schlussfolgerungen Reimanns dürfen jedoch nicht ohne Widerspruch bleiben, und ich möchte daher nach Wiedergabe der Reimann'schen geschichtlichen Darstellung meine abweichenden Ansichten mitteilen.

Die alten Mathematiker hielten den Himmel für eine Halbkugel und dies Phänomen der scheinbaren Abflachung für eine optische Täuschung Man nahm an, dass man bei so grossen und unendlichen Distanzen nicht mehr Abstandsdifferenzen wahrnehmen könne und daher die sehr entfernten Objekte sämtlich in die gleiche Entfernung vom Auge versetze. Die Vergrösserung führten sie meist auf die vielen Dämpfe am Horizont zurück.

Vitello und andere lehrten, dass die intermediären Objekte (so wollen wir hier und stets die Gegenstände, die sich zwischen dem Beobachter und dem Horizont befinden, bezeichnen) bewirken, dass der Himmel am Horizont weiter abzustehen scheint.

Bei Euler, der zusammen mit Malebranche wieder die Aufmerksamkeit auf diese Erscheinungen lenkte, ist die flache Himmelsform eine Folge der scheinbaren Vergrösserung von Sonne und Mond beim Untergang; diese letztere erklärt er durch Luftperspektive.

Kämtz und J. C. E. Schmidt behaupten folgendes: Die Flachheit des Himmelsgewölbes ist eine Folge der Farbenperspektive am klaren Himmel, der ja bekanntlich am Zenit dunkelblau, am Horizont mattblau, fast weisslich erscheint. Die Vergrösserung der Gestirne ist eine Folge der Projektion auf den für entfernter gehaltenen Himmel.

Clausius glaubt, dass wir uns aus dem halbkugelförmigen Fixsternhimmel und dem flachen Wolkenhimmel ein Mittel, einen abgeflachten Kugelhimmel, abstrahieren.

Filehne bemerkt, dass der Himmel zwischen Häuserreihen eben sei und sich dem perspektivischen Eindruck anpasse. Die Wahrnehmung ist zutreffend.

Zoth erklärt: das flache Himmelsgewölbe ist ein Produkt der Sehrichtung und verändert sich mit der Stellung und Lage des beobachtenden Kopfes. Das bestreitet Reimann an der Hand seiner Untersuchungen sehr mit Recht.

Stroobant beobachtet, dass wir überhaupt alle Gegenstände, wenn sie in eine nahezu horizontale Richtung gebracht werden, grösser schätzen. Auf diese nur bedingt zutreffende Behauptung führt er die Erklärung der Abplattung zurück.

Hobbes, Treiber, Biot, Bohnenberger und Zeno halten die Gestalt*) des atmosphärischen bezw. Wolkenhimmel-Segmentes für bestimmend.

Smith findet, dass wir die Höhe von 45° durch eine solche von 23° wiedergeben, wenn wir die Hälfte des halben Himmelsbogens angeben sollen. Hieraus folgert er, dass uns die Höhe des Himmelsgewölbes nur 0,3 der Weite zu betragen scheint. Die Erscheinungen erklärt er so: Wir übertragen die Gestalt des Wolkenhimmels auf den heiteren Himmel. Die Gestirne erscheinen deshalb vergrössert, weil wir sie auf den für ferner gehaltenen Horizont projizieren.

Im Anschluss an diese Untersuchungen findet endlich Reimann 1888/89:

Man schätzt die Höhe von 45° am Tage zu 22,4°,
nachts bei Mondschein 26,6°,
in mondscheinloser Nacht 30,0°.

*) Dieser Ansicht schliesst sich auch Dr. Schröder in einem Aufsatze im 1. Jahrg., S. 29 des „Weltall" an.



Er bestätigt die Untersuchungen von Smith und findet auch richtig, dass nachts die Wölbung mehr gegenüber der Abplattung hervortritt. Seine 1901 gegebenen Erklärungen kann man dahin zusammenfassen:

a) Die Gestirne erscheinen am Horizont 3,5 mal ferner als am Zenit.

b) Wir halten am Horizont die Gestirne für ferner, weil wir dieselben auf den für ferner gehaltenen Himmelshintergrund projizieren.

c) Die Atmosphäre bestimmt die Form des Himmels. Das Auge kann die Luftschichten nur bis zu gewissen Fernen durchdringen, und die Grenzen der Wahrnehmungen sind für die scheinbare Gestalt das Bestimmende.

d) Der Wolkenhimmel strebt die Form des wolkenlosen anzunehmen.

Ohne mich in eine Kritik der Reimann'schen Behauptungen einzulassen, weil dies entschieden zu weit führen würde, behaupte ich hiergegen: Die mir unter a) angeführte Behauptung ist im allgemeinen unrichtig, die unter b) aufgeführte ist nicht gänzlich einwandfrei, die unter c) angeführte ist ganz unzutreffend und steht mit unseren allgemeinen Anschauungen in Widerspruch und die letzte Behauptung ist nur annähernd zutreffend. Im übrigen — und das ist das Wichtigste — gilt für die Reimann'schen Erklärungen wie für alle anderen, dass sie, soweit sie nicht irrig sind, nur Teile der zutreffenden Ursachen angeben und gerade die allgemeinen, wichtigsten Punkte vermissen lassen.

Die Beweise für diese etwas kühnen Behauptungen ergeben sich teilweise aus dem folgenden. Es kommt uns nicht auf Kritiken, sondern Feststellung von Thatsachen an. Die obige Uebersicht über die bisherigen Ansichten und Untersuchungen habe ich besonders deshalb gegeben, um eine Kritik meiner Behauptungen zu erleichtern und erkennen zu lassen, inwieweit diese original sind.

Bei den folgenden Auseinandersetzungen vergesse man nie, dass diese Erklärungen nur auf Wahrscheinlichkeiten und nur eindrucksweisen, teilweise subjektiven und optischen Täuschungen unterworfenen Wahrnehmungen beruhen und dass man hierbei nie mit mathematischer Sicherheit vorgehen kann, sondern höchstens zu Deutungen und Behauptungen kommen kann, die sehr wahrscheinlich sind, weil sie sich auf mehrere Wahrscheinlichkeiten gründen.

Zunächst seien die allgemeinen Gesichtspunkte meiner Erklärung angegeben. Ich behaupte: Da wir an vielen Erklärungsversuchen (nämlich denen von Vitello, Euler, Kämtz, Schmidt, Clausius, Filehne) wenigstens bezüglich einzelner Behauptungen nichts wesentlich aussetzen können, vielmehr bei der Betrachtung dieser Dinge selbst darauf kommen, da wir also annehmen müssen, dass sie im wesentlichen richtig sind, so müssen wir die darin angeführten Ursachen alle in ihrem Zusammenwirken für bestimmend halten.

Andererseits ist von vornherein wahrscheinlich, dass diese eingewurzelten Täuschungen nicht durch einen einzigen Grund, sondern durch das Zusammenwirken vieler Ursachen hervorgebracht werden dürften.

Ich behaupte ferner: dass diese Erscheinungen der Abflachung und der Vergrösserung — gemäss den veränderlichen Ursachen, und weil sie durch viele Ursachen hervorgebracht werden — nicht unwandelbare, stets in demselben Masse zu konstatierende Thatsachen sind, sondern dass sie sich mit Tageszeit, Ort, Umständen und vor allem dem Beobachter verändern. Dies ist, wenn man sich genau überlegt, schon des Begriffes der Täuschung wegen wahrscheinlich. Ich behaupte also, dass sich die Grösse der Abflachung und Vergrösserung im Eindrucke (der Wahrnehmung sowohl wie

der Vorstellung ohne Wahrnehmung) verändere und völlig subjektiv sei. Oft sieht der Himmel fast ganz plan und eben aus, oft fast kugelrund, ohne bedeutendere Abplattung, oft ganz flachellipsoidisch oder plattgedrückt. Einen allgemeinen Abplattungswert ohne weiteres anzugeben, wie es Smith und Reimann thun, ist ganz und gar nicht angängig. Der beste Beweis ist, dass der Abplattungswert ganz verschieden angegeben wird. Bei Reimann ist er 1 : 3,5, in einem populären Buche ist er zu $1 : 1^2/_3$ angegeben, ich finde ihn zu jeder Zeit verschieden, im Durchschnitt aber 1 : 1,6, nur selten so gross, wie Prof. Reimann als Norm angiebt. Personen, die auf diesem Gebiete Laien sind, gaben die Abplattung zu 1 : 1,5 bis 1,3 an, einige wollten natürlich keine Abplattung bemerkt haben.

Dies alles, besonders aber die direkte Beobachtung, erweist, dass der Eindruck des Abflachungswertes sich nach den Umständen ändert und bei verschiedenen Beobachtern verschieden, also ein subjektiver Eindruck ist.

Wenn man nun Werte für die Abflachung (und auch in geringerem Masse für die Vergrösserung am Horizont) vor sich hat, so hat man verschiedene Arten zu unterscheiden. Es können Werte sein, die für den Eindruck bei einer einzigen direkten Beobachtung gelten, es können Mittelwerte mehrerer nach verschiedenen Gesichtspunkten gewählter direkter Beobachtungen eines oder auch mehrerer Beobachter sein; es können ferner Mittelwerte aller von einer Person gemachten direkten Wahrnehmungen der beiden Erscheinungen sein — von welchen Mittelwerten ich behaupte, dass sie demjenigen nahekommen, den der Himmel zu haben scheint, wenn man ihn sich vorstellt — und es können endlich Mittelwerte der mittleren Eindrücke bei allen Personen oder wenigstens bei sehr vielen Personen sein.

Wir kommen nun zu den einzelnen Ursachen der Abflachungserscheinung. Der Eindruck der Abflachung wird dadurch hervorgerufen, dass der Himmel am Horizont weiter abzustehen scheint als am Zenit. Das ist selbstverständlich, weil es aus dem Begriff der Abflachung folgt, und wird auch durch die direkte Beobachtung erwiesen.

Erstens bewirken die intermediären Objekte (die Gegenstände zwischen dem Beobachter und dem Horizont) einen Eindruck der grösseren Erstreckung nach dem Horizont hin. Da man nach obenhin keine anderen Entfernungsschätzungen machen kann als die an den Wolken, welche man an den Himmelshintergrund projiziert und in ungefähr gleiche Entfernung mit diesem setzt, da man aber die Wolken gemäss ihren deutlichen Konturen in keine sehr grosse Entfernung (nach der Luft- und Farbenperspektive etwa 1 bis 3 km) versetzen kann, so hält man den Himmel am Zenit für etwa 1 bis 3 km entfernt. Da man aber am Horizonte Objekte in viel grösserer Entfernung gewahrt, wie aus der Erfahrung oder der sichtbaren Grösse bekannt ist, so hält man aus diesem Grunde den Horizont um soviel ferner, als man den Abstand der fernsten Objekte auf der Erde für grösser hält als den der Wolken. Die fernsten Objekte am Horizont sind gewöhnlich 4 bis 8 km weit entfernt. Objekte, die weiter als etwa eine Meile entfernt sind, erkennt man nicht mehr so deutlich, als dass sie hier in Frage kommen könnten. Danach müsste der Wert der Abflachung $^2/_6 = 1 : 3{,}0$ betragen.

Naturgemäss ändert sich dieser Wert mit dem Ort (Stadt, flaches Land), mit dem Wetter und der Luft (Dunkelheit, hoher oder tiefer Wolkenhimmel, verschiedene Durchsichtigkeit der Luft) und dem Standpunkt des Beobachters (Aussicht, Objekte am Horizont).

Mindestens ebensoviel trägt zum Eindruck der Abplattung die Perspektive der Wolken bei. Die Wolken erscheinen am Horizont erstens kleiner, zeigen also dadurch an, dass sie ferner sind, und damit wird auch der Horizont für ferner gehalten, da man ja die Wolken mit dem Himmelsgewölbe identifiziert. Zweitens erscheinen die Wolken in ihrem Durchmesser verkürzt, zusammengedrängt, und zwar je mehr, je näher sie dem Horizont sind; dies ruft natürlich den Eindruck einer sehr weiten Erstreckung in der Richtung des Horizontes hervor und ist absolut nicht mit der Annahme zu vereinen, dass der Horizont ebenso wie der Zenit als Teil einer Kugelschale uns als dem Centrum derselben zugekehrt ist. Diese wahrgenommene Abflachung des Wolkenhimmels, die bekanntlich auf reellen Verhältnissen basiert, wird auf das Himmelsgewölbe übertragen oder, besser gesagt, mit ihm kombiniert.

Drittens bewirkt die Farbenperspektive am Himmelsgewölbe den Eindruck der grösseren Ferne des Horizonts.

Wegen der Luftabsorption erscheint der Horizont stets matter gefärbt als der Himmel am Zenit, und dies so sehr, dass er oft fast weiss aussieht. Nun wissen wir aber von irdischen Gegenständen, dass sie wegen der Farbenperspektive gleichfalls matter gefärbt erscheinen, je weiter sie entfernt sind. Das veranlasst uns zur Annahme, der Horizont sei ferner als der Zenit Die Erfahrung lehrt, dass bei etwa 10 km Abstand (oft allerdings erst bei grösserem Abstand) alle Gegenstände bereits die deutliche Farbe verlieren, sie aber bis zu 2 bis 3 km noch fast völlig behalten. Hiernach würden wir den Zenit für etwa 4mal näher halten als den Horizont. —

Andererseits sehen wir am Nachthimmel, besonders dem Fixsternhimmel, fast nichts oder sehr wenig von Abplattung. Denn da diese obigen beiden Ursachen nur in sehr geringem Masse wirken, da wir aber andrerseits an den Fixsternen infolge ihrer sehr grossen Entfernungen keine Abstandsdifferenzen mehr wahrnehmen, so halten wir ihre Abstände von uns für gleich, das Himmelsgewölbe mithin aus diesem Grunde für eine Kugelschale. Dieser Eindruck wird noch durch folgendes verstärkt: Das Himmelsgewölbe dehnt sich oberhalb der Horizontalebene nach allen Seiten aus, ohne dass wir direkt irgend welche Distanzen wahrnehmen können. Die einfachste körperliche Vorstellung, die dieser Wahrnehmung genügt, ist die Kugelschale.

Auch scheint die grössere Helligkeit am Horizont dem Eindruck der grösseren Entfernung entgegenzuwirken, da wir helle Gegenstände deutlicher sehen und die Gegenstände dann deutlicher, wenn sie sich in grösserer Nähe befinden. Da wir uns nun den Himmel nur unter einer Form vorstellen können, so beziehen wir alle Eindrücke aufeinander und kombinieren aus ihnen eine mittlere Vorstellung.

Aus diesen Eindrücken einer Kugelschale und den beiden der Abflachung bilden wir uns eine mittlere Vorstellung einer mässigeren Abplattung, welche alle unsere Schätzungen der wahrgenommenen Abflachung wahrscheinlich sehr beeinflusst. Dieser mittlere Abflachungswert bestimmt sich ungefähr nach diesen hypothetischen Erklärungen durch das Mittel der Abflachungswerte, die bei den einzelnen Ursachen in Frage kommen.

Die drei Ursachen der Abplattung geben das Mittel von $^1/_3$ und $^1/_4$, also 1 : 3,5, die beiden Ursachen der kugelförmigen Gestalt 1 : 1; das Mittel hieraus ist 1 : 2,25.

Nimmt man statt dessen das Mittel der Krümmungsexponenten der Querschnitte des Himmelsgewölbes, indem man dies als Kugelkalotte ansieht, so erhält man aus der Abplattung von 1 : 3,5 nach der Formel: (siehe Fig. 1) $x^2 = r^2 + (x - h)^2$ den Krümmungsexponenten von 0,16.

Die Kugelschale hat in ihrem Querschnitt den Krümmungsexponenten 3,14.

Hieraus ergiebt sich der mittlere von 1,65.

Aus diesem Mittelwert der Krümmungsexponenten ergiebt sich wiederum, da zu einem Bogen von 1,65 ein Winkel von 95⁰ gehört, nach der Formel $1^2 = (1 - h)^2 + r^2$ eine Abflachung von 1 : 2,7.

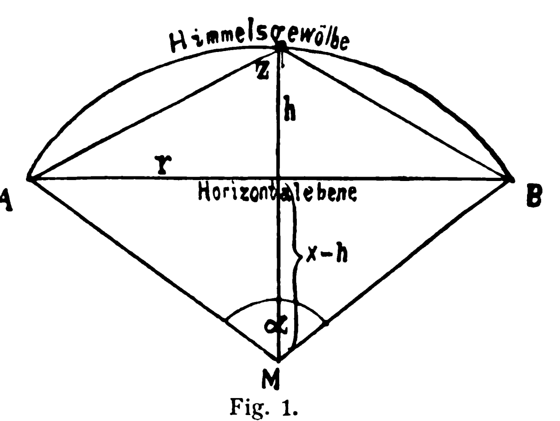


Fig. 1.

Man kann also sagen: Aus dieser hypothetischen Erklärung ergiebt sich aus diesen Betrachtungen heraus ohne Anlehnung an die Beobachtung ein mittlerer hypothetischer Abflachungswert 1 : 2,5 (als mittleren Wert von Vorstellung und Beobachtung sehr vieler Personen).

Nun wissen wir aus direkter Beobachtung, dass die Werte für die Abflachung bei Vorstellung und Beobachtung sehr vieler Personen zwischen 1 : 1,5 und 1 : 3,5 schwanken, also im Mittel auch um 1 : 2,5. Die Uebereinstimmung beider Werte, die natürlich nur eine sehr näherungsweise ist, spricht zu Gunsten der vorgebrachten Erklärungen. Diese Erklärungen harmonieren aber auch aufs beste mit der aus der Beobachtung gewonnenen Behauptung, dass der Abflachungseindruck sich nach den Umständen ändere.

Einmal macht dieses bestimmende Phänomen, ein anderes mal jenes mehr Eindruck auf uns und verändert damit das Mass der Abflachung, die genaue Form unseres Eindrucks vom Himmelsgewölbe. Bei bezogenem Himmel tritt die Wirkung der intermediären Objekte und die immerhin vorhandene perspektivische Verkürzung und Verkleinerung der Wolken am Horizont mehr in Aktion und vergrössert den Grad der Abflachung, wie durch die direkte Beobachtung völlig sicher erwiesen ist. Ist der Himmel heiter, so tritt zwar die Farbenperspektive, aber auch die grössere Helligkeit am Horizont in Wirkung, und durch die Gleichmässigkeit und den Mangel an Anhaltspunkten der Eindruck der Kugelschale. Die Abplattung bleibt daher meist etwas unter dem mittleren Wert. In der Nacht tritt die Wirkung des Fixsternhimmels in Thätigkeit; die beiden den Horizont entfernenden Wirkungen sind auf ein Minimum beschränkt; daher ist der Himmel nachts dem kugelförmigen Aussehen fast völlig genähert, wie durch direkte Beobachtung an jeder klaren Sternennacht unzweifelhaft erwiesen wird. Soviel hiervon. —

(Fortsetzung folgt.)

P. Athanasius Kircher und die Laterna magica.

Während die 300jährige Wiederkehr des Todestages Tycho Brahe's allerorten gefeiert wurde, hat man es unterlassen, des 300jährigen Geburtstages eines Mannes zu gedenken, der vornehmlich durch seine schriftstellerische Thätigkeit die physikalischen Wissenschaften und deren volkstümliche Ausbreitung fördern half.

Wenn wir zu einer gerechten Würdigung der wissenschaftlichen Leistungen des Jesuitenpaters Athanasius Kircher*) gelangen wollen, so dürfen wir uns freilich nicht einseitig auf den Standpunkt des modernen Physikers stellen, oder ihm gar aus religiösen Gründen Abneigung beweisen; wir müssen im Gegenteil auch bei dieser historischen Betrachtung uns in jene Zeit zurückversetzen und nach den damaligen Zeitverhältnissen die Bedeutung Kirchers prüfen!

Athanasius Kircher ward als Sohn eines ehemaligen fürstbischöflichen Amtmannes zu Geisa bei Fulda im Jahre 1601 geboren. Nach sorgfältiger Erziehung im Elternhause besuchte er das Jesuitenkollegium zu Paderborn, von wo ihn die Wirren des 30jährigen Krieges 1623 vertrieben. Er führte nun ein unstätes Wanderleben, indem er den Einladungen verschiedener deutscher Fürsten an ihre Höfe folgte. Schon damals that er sich durch eine eminente Belesenheit auf allen Gebieten der Wissenschaft und durch seine vorzüglichen Sprachkenntnisse hervor. Im Jahre 1624 begab er sich nach Mainz zwecks Studiums der Theologie. Dortselbst beobachtete er am 25. April 1625 die Sonne mittels eines Fernrohrs und entdeckte hierbei mehrere ungewöhnliche Sonnenflecken. Dieses Phänomen erregte das lebhafte Interesse des jungen Gelehrten und seitdem blieb seine Lieblingsbeschäftigung die Astronomie.

Im Jahre 1633 finden wir Kircher in Wien, wohin ihn Kaiser Ferdinand II. als Professor der Mathematik an die dortige Universität berufen hatte. Indessen verwaltete der damals bereits hochberühmte Jesuit den Lehrstuhl nicht lange. Nach einer grösseren italienischen Reise liess sich Kircher zu Rom nieder, um seine schriftstellerischen Werke in Ruhe zu vollenden und allein den Studien, insbesondere demjenigen der Physik, zu leben.

Das bekannteste seiner Werke ist die *„Ars magna lucis et umbrae“*, welche er zu Rom im Jahre 1646 als zweibändiges Werk veröffentlichte. Man empfindet beim Durcharbeiten dieser grossartigen Encylopädie der Physik eine unbegrenzte Hochachtung vor der kaum glaublichen Belesenheit des Verfassers. Freilich verschuldet diese Belesenheit, dass Kircher recht oft „die Spreu nicht vom Weizen sondern“ kann, sodass gerade die *„Ars magna lucis“* hin und wieder den Eindruck eines unentwirrbaren Chaos, eines rätselhaften „Leipziger Allerlei's“ macht**).

In der *„Ars magna lucis“* findet sich nun die erste Beschreibung der *„Laterna magica“*, oder — wie sie Kircher nennt — *„Lucerna magica“*. Nach seiner eigenen Darstellung ist sie ein „Sicht-Instrument“ mit Linsen, welche einen auf Glas gezeichneten Gegenstand an eine gegenüber befindliche Wand projizieren. Uebrigens traten bald Leute auf, welche angaben, das Instrument unabhängig von Kircher erfunden zu haben. Letzterer eiferte gegen diese *„Thrasones“* — so nennt er sie mit Anspielung auf einen gewissen Soldaten des alten Roms, welcher als Urtypus eines „Ritters von Habenichts“ gilt — in der gleichfalls von ihm verfassten Beschreibung aller astronomischen und

*) Von Biographien über A. Kircher erwähnen wir:

Karl Brischar: „Athanasius Kircher“, Würzburg, 1877.

A. Behlau: „Athanasius Kircher, eine Lebensskizze“, Prgr. Heiligenstadt, 1874.

Eine allen Interessenten — auch den Historikern der Naturwissenschaft — genügende Biographie dieses Mannes ist freilich nicht vorhanden. Gute Uebersicht in „Ersch & Gruber's Encyclop.“, Sect. II. Bd. 36.

**) Indessen scheint uns die kurze und herbe Abfertigung Kircher's seitens Prof. M. Cantor's in den „Vorlesg. über die Gesch. der Mathem.“, Bd. II, S. 684, nicht auf sorgfältigem Studium aller Werke zu beruhen.



physikalischen Instrumente des Jesuitenkollegiums zu Rom. Es erinnert der Streit an den Prioritätshader zwischen Tycho Brahe und Raymarus Ursus betreffs des Tychonischen Weltsystems. — In astrologischen Bestimmungen wird das Stern-Siebeneck von Kircher in der *„Ars magna lucis“* benützt.

Von den anderen zahlreichen Werken erwähnen wir an dieser Stelle nur die *„Ars Magnesia“* — auch *„magnetica“* — (Würzburg 1631) eine recht brauchbare Darstellung damaliger Kenntnisse vom Magnetismus und den Compass-Eigenschaften.

Die Sprachgewandheit Kircher's, welche ihn selbst die schwierigsten aramäischen, syrischen und arabischen Dialekte beherrschen liess, verleitete ihn zu Untersuchungen der Hieroglyphenschrift. Da er von einer gänzlich verfehlten Theorie ausging, so sind seine Leistungen für die Aegyptologie recht unbedeutend*). Wichtig sind indessen seine einschlägigen Werke auch für den Naturwissenschaftler, weil er in ihnen die mathematischen und physikalischen Errungenschaften des Altertums mit sehr umfassenden Quellenkenntnissen behandelt. Von diesen Werken nennen wir den *„Oedipus Aegyptiacus“* (Romae 1652/55, 3 Bände).

Kircher war auch ein geschickter Mechaniker. Mit besonderer Vorliebe konstruierte er astronomische Instrumente. Das von ihm geleitete Museum der Jesuiten zu Rom besass eine grosse Anzahl derselben. Zur Darstellung des Weltsystems baute Kircher einen sinnreichen Apparat. Während er in seinen Werken sich nur zögernd zum alten ptolemäischen Weltsysteme bekennt — vermutlich that er dies überhaupt blos, um nicht das traurige Schicksal eines anderen Ordensgeistlichen, Giordano Bruno's, zu erleiden — beruht der erwähnte Apparat völlig auf dem geocentrischen Weltsystem. Durch eine sinnreiche Mechanik gelingt es Kircher, mit Hülfe dieser Maschine die astronomischen Haupterscheinungen für eine bestimmte plastisch dargestellte Landstrecke klar zu legen.

Unter den sonstigen, von ihm konstruierten physikalischen Apparaten erwähnen wir nur den nach ihm benannten Brunnen. Der „Kircher'sche Brunnen“ besteht aus einem Heber, dessen kürzerer Schenkel in ein kastenförmiges Wassergefäss reicht, während in einem zweiten Wasserbehälter die Luft durch Herabsinken des Wassers verdünnt wird. Mit diesem Apparat ist ein Heronsbrunnen verbunden; fernerhin stehen mit dem ganzen Instrument 2 Figuren aus Metall, ein Storch und eine Schlange, in Verbindung, welche wechselseitig das Wasser einsaugen und ausstossen.

Selbstredend versuchte Athanasius Kircher auch die Konstruktion eines *„Perpetuum mobile“* und beschreibt dasselbe wichtigthuend im *„Musaeum Collegii. Rom. S. J.“*.

P. Athanasius Kircher starb am 30. Oktober 1680 im 79. Lebensjahre, bis zum Tode in umfangreiche Studien vertieft.

Um zu einer gerechteren Würdigung dieses Mannes zu gelangen, beachte man die Worte in dem Briefe vom 16. Mai 1670, welchen der Weltweise Leibniz an ihn richtete:

„Vir magne! Quidni enim ego tibi privatim et publicum elogium tribuam? Sed non est nunc tempus, in laudes tuas nunquam intermorituras digrediendi . . .“ In freier Uebersetzung: „Hochachtungswerter! Weshalb soll ich Dir nicht auf brieflichem Wege ein öffentliches Lob erteilen? Indessen mangelt es jetzt an Zeit, um Deine unvergänglichen Verdienste eingehend zu würdigen . . .“

Max Jacobi.

*) Es darf hingegen nicht ausser Acht gelassen werden, dass P. Kircher als erster auf die Wichtigkeit der koptischen Sprache zur Erforschung der Hieroglyphentexte aufmerksam machte.

Grosse Entfaltung des Leonidenphaenomens in Californien.

Die meisten Berichte über Beobachtungen der Leoniden im November 1901 sprechen nur von einer geringen Ausbeute an Sternschnuppen. In Europa wurde die grösste Zahl in der Nacht vom 15. zum 16. November erhalten, z. B. in Athen 104, auf der Radcliffesternwarte in Oxford, England, 106. Das Maximum scheint schon vorüber gewesen zu sein, denn der folgende in Uebersetzung wiedergegebene Bericht*) von E. L. Larkin, Astronom der Lowe-Sternwarte in Californien, weist eine viel bedeutendere Fülle der Meteore am 14. zum 15. Nov. auf.

Das erste Meteor erschien kurz vor Mitternacht, noch ehe der Strahlungspunkt sich über die Bergkuppen erhoben hatte, die 600 m östlich vom Observatorium Wache stehen. Letzteres liegt in einer Höhe von 1042 m, während die Reihe jener Gipfel von Norden gegen Süden zwischen 408 und 24 m Erhebung über den Sternwartenbau wechselt. Regulus ging daher erst um $12^h\,49^m$ auf. Als der Radiant selbst an der Langseite eines Abhanges hervorkam, betrug die Häufigkeit der Sternschnuppen eine in der Minute.

Tabelle der Zeiten und Meteore am 14./15. November.

Zeit (Pacific Norm.-Z.)			Meteore
Von $12^h\ 0^m$	bis $1^h\ 0^m$		32
- 1 0	- 1 54		27
- 1 54	- 2 53	(Wolken)	(27)
- 2 53	- 3 0		19
- 3 0	- 4 0		173
- 4 0	- 5 0		297
- 5 0	- 5 40		109

Fast die Hälfte besass Schweife in allen Abstufungen des Glanzes und in Länge von 2^0 bis 15^0. Schätzungsweise waren vier fünftel weiss, etliche grünlich blau, davon einige mit einer Nüance rot, während zwei rein rot erschienen. Die geschweiften Meteore liefen sehr rasch in scheinbar grossen Höhen, andere schienen der Erde nahe zu sein und die kleinen waren kaum länger als eine halbe Sekunde zu sehen.

Ein um $3^h\,48^m$ beim Sternbild des Löwen auftauchendes Meteor schoss mit unheimlicher Geschwindigkeit auf einen Punkt mitten zwischen dem Kopf des Orion und den Hyaden zu, es leuchtete in äusserst glänzendem grünlichblauen Lichte etwa zwanzigmal heller als die Venus im grössten Glanze. Der Schweif mag 35′ breit und 15^0 lang gewesen sein und blieb nach dem Zerplatzen des Kerns, das bei dem Stern π im Orion stattfand, noch 10 Minuten lang unbeweglich stehen, nur verbreiterte er sich auf zwei Grad. Dann verbog er sich und nahm die Form eines F an, dessen Teile sich langsam ausdehnten (zu einem **F**). Der obere Querstrich löste sich dann ab und trieb gegen Aldebaran hin, wo sein perlgraues Licht erlosch. Der aufrechte Strich wurde immer breiter und dauerte noch vierzehn Minuten lang, bis er verblasste und verschwand. Ein anderes grosses Meteor oder Feuerkugel mit nachfolgendem Lichtstreifen kam um $4^h\,4^m$ aus dem hohen Osten und flog mit rapider Geschwindigkeit zur Schulter des grossen Bären. Der Kern zerstob in äusserst glänzenden Dunst und verschwand, das glühende Lichtband verbreiterte und krümmte sich, sodass es zuletzt die Gestalt des griechischen Buchstabens Ω angenommen hatte; es blieb sechs Minuten hindurch in Sicht. Diese beiden Erscheinungen waren die einzigen mit langdauern-

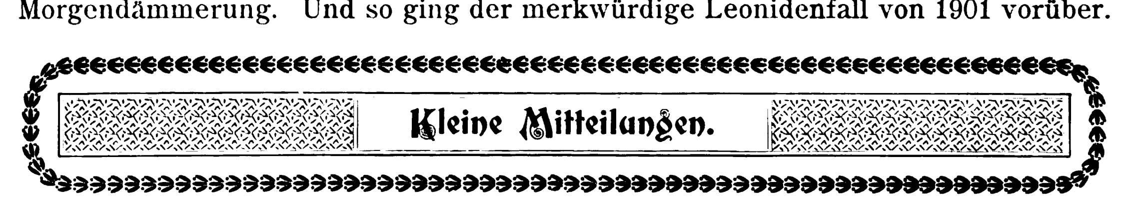
*) *Publications of the Astron. Society of the Pacific*, Nr. 81.

dem Lichte; die Sichtbarkeit aller übrigen war beschränkt von einer halben Minute bis herab zu Bruchteilen von einer Sekunde.

Am 13. Nov. 1833 zeigte sich die Leonidenerscheinung in grossartiger Entwickelung am Niagarafall; der Anblick muss nach den damaligen Berichten gewaltig gewesen sein. Aber wie ist es möglich, dass die überirdische Pracht hier inmitten der Berge anderswo übertroffen werden könnte? Die Einsamkeit um die Mitternachtstunde ist erhaben und die Stille Ehrfurcht erweckend. Nun fülle die Weite des Sternenzeltes aus mit überallhin fliegenden Geschossen, die hier und dort in glühende Wolken zerplatzen — ein Krieg ohne Spur von Lärm — und der Eindruck ist überwältigend für Gefühl und Gedanken. Hier, wo das Schweigen um die dritte Stunde so tief ist, dass eine lebhafte Einbildung Laute aus den Abgründen der Cañons und von den gegenüber aufragenden Granitwänden weckt — Stimmen des Unbekannten in der Nacht — und wo die Stille so vollkommen dass, wenn die Erdachse bei ihrer Drehung Geräusch verursachte, man es hören würde an diesem Orte, der einzig ist auf der Erde, da ist der Eindruck eines Leonidenregens mächtiger, als dass die Sprache im Stande wäre, ihn zu schildern.

Zwischen $1^h\ 54^m$ und $2^h\ 53^m$ zog sich um einen Berggipfel eine Wolke zusammen und verdeckte den Löwen, so dass man nur einige wenige Meteore an den Rändern der Wolke hervorschiessen sah. Lässt man diese Zeit ausser Betracht, so kamen 657 Sternschnuppen in 281 Minuten, also durchschnittlich $2^1/_3$ pro Minute zum Vorschein. Zwischen 4^h und $4^h\ 20^m$ leuchteten fünf in jeder Minute auf. Der Lauf ging meist vom Löwen gegen Westen und Südwesten, ausnahmsweise auch gegen Norden. Als der Strahlungspunkt höher gestiegen war, schienen einzelne Meteore in das ferne Lichtermeer von Los Angeles, andere in den Ocean, noch andere in die gähnenden Schlünde der Cañons zu fallen — alles Folge der Perspective, denn kein Meteor erreichte die Erdoberfläche.

Ein Versuch, Meteorspectra zu photographieren, misslang. Das Instrument war auf den Radianten gerichtet, aber kein einziges Meteor kam direct von da. Als die erwähnte Wolke gegen 3 Uhr verschwunden war, blieb es klar bis zur Morgendämmerung. Und so ging der merkwürdige Leonidenfall von 1901 vorüber.



Kleine Mitteilungen.

Periodische Kometen im Jahre 1902. Mit Sicherheit lässt sich für das Jahr 1902 nur die Wiederkehr des „dritten Tempel'schen Kometen“ vorhersagen; er wird im Dezember seine Sonnennähe erreichen und dürfte in grösseren Fernrohren bequem zu beobachten sein. Auch der Swift'sche Komet 1895 II gelangt im Herbst 1902 wieder ins Perihel, es ist aber ungewiss, ob er bei seiner ungünstigen Stellung dieses mal sichtbar sein wird. In der Regel vergehen bei den periodischen Kometen mehrere Umläufe, bis sie wieder in so günstige Lage kommen, dass sie unseren Fernrohren erreichbar werden. So ist auch der 3. Tempel'sche Komet in den Jahren 1869, 1880 und 1891 gesehen worden, in den Jahren 1875, 1886 und 1897, wo er ebenfalls seine Sonnennähe passierte, jedoch der Erde zu fern geblieben. Nur der Encke'sche Komet ist seit 1818 bei jeder Wiederkunft beobachtet worden, zuletzt im vergangenen Jahre 1901.

* * *

Eine Geschichte und Statistik der kleinen Planeten giebt Herr Prof. J. Bauschinger in den „Veröffentlichungen des Kgl. Astronomischen Rechen-Institutes zu Berlin“ Nr. 16. Die Tabellen enthalten von 463 bis zum Ende 1900 entdeckten Planetoiden die Entdeckungsdaten, Grössen und die Bahnelemente; 19 weitere Glieder der Gruppe sind wegen Unvollkommenheit der Bahnberechnung

nicht numeriert. Verschiedene Tabellen veranschaulichen die Verteilung im Raume und die Formen (Excentricitäten) der einzelnen Bahnen. Das Jahr 1901 hat 36 anscheinend neue Planetoiden gebracht, doch dürfte kaum für die Hälfte das zur Ermittelung der Bahnelemente erforderliche Beobachtungsmaterial vorhanden sein; dem letzten gesicherten Gliede der Gruppe käme somit ungefähr die Nr. 480 zu.

* * *

Durchmesser von Planetenmonden. Neuerdings hat Prof. See in Washington Durchmesser von Planeten und von Satelliten am Tage gemessen, das heisst in der Stunde unmittelbar vor und nach Sonnenuntergang, wenn der Himmelsgrund noch so hell war, dass die Gestirne sich nur wenig davon abhoben. Dabei fällt die scheinbare Vergrösserung fast ganz weg, die jede helle Fläche auf dunklem Hintergrunde erfährt. Da um die genannte Tagesstunde die Luft sehr ruhig zu sein pflegte, so waren auch aus diesem Grunde die Messungen sehr sicher. Für die Jupitermonde und den Saturnmond Titan fand See jetzt (Astr. Nachr. Nr. 3764.) folgende Durchmesser:

	D	d
I. Jupitermond	D = 3145 km	d = 3,3
II. „	2817 „	3,8
III. „	4770 „	2,7
IV. „	4408 „	0,9
Titan	5049 „	1,8

Unter d ist die Dichte des betreffenden Trabanten angegeben, wobei die Dichte des Wassers als Einheit gilt. Die mittlere Dichte des Jupiters ist 1,36, die des Saturn 0,63. Diese Monde sind also, mit Ausnahme des IV. Jupitertrabanten, dichter als ihre Planeten, während beim Erdmond das Gegenteil der Fall ist. — Auch den Saturnmond Japetus sah Prof. See deutlich als Scheibchen, doch konnte er den Durchmesser nur schätzen; dieser wäre etwa 1500 bis 2000 km gross.

* * *

Der veränderliche Stern S Persei, dessen Helligkeit zwischen 8. und 13. Grösse schwankt, besitzt nach einer Untersuchung von J. G. Hagen S. J. eine Lichtwechselperiode von über zwei Jahren. Die Periode scheint seit 1880 erheblich abgenommen zu haben, die Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Helligkeitsmaxima betrugen nämlich der Reihe nach 31, 28, 28, 29, 27, 26, 26 und 24 Monate. Dies ist die längste bis jetzt nachgewiesene Periode; am nächsten kommen die Perioden der Veränderlichen S Cassiopeiae (610 Tage), V Hydrae (575 T.) R Centauri (569 T.) und V Delphini (540 T.)

* * *

Ueber die Strahlung des Quecksilbers im magnetischen Felde haben die Herren Professor Runge und Professor Paschen der Berliner Akademie eine Abhandlung vorgelegt, in der der Zusammenhang der von Zeemann entdeckten Spaltung der Spectrallinien im magnetischen Felde mit den „Serien" untersucht wird. Die Abstände der Componenten der Quecksilberlinien bei einer Feldstärke von 24600 C. G. S. sind gemessen. Die Linien, die zu derselben Serie gehören, zerfallen in derselben Weise in Componenten mit den gleichen Abständen, wenn man sie in der Scala der Schwingungsdifferenzen zeichnet. Die verschiedenen Serien geben verschiedene Typen von Zerlegungen. (Vergl. „Weltall", Jg. 1, S. 77.)

* * *

Amerikanische Spenden für wissenschaftliche Institute findet man in der englischen Zeitschrift „Nature" häufig angeführt. Folgende Zusammenstellung umfasst die im Jahre 1901 bekannt gewordenen Gaben.

Spender	*Empfänger*	*Betrag*
John D. Rockefeller	Universität Chicago	1 500 000 Doll.
„ „ „	Vermont Academy	15 000 „
„ „ „	Carson & Newman College (!)	15 000 „
D. K. Pearsons	Colorado College	50 000 „
„ „ „	Northwestern University	30 000 „
„ „ „	Carleton College	50 000 „
„ „ „	ungenanntes Institut	200 000 „
Leon Mandel	Universität Chicago	25 000 „
J. D. Archbold	Syracuse University (!)	400 000 „
A. Carnegie	Upper Jowa University	225 000 „
„ „	Aurore College	50 000 „
„ „	Carnegie Institut, Pittsburg	200 000 „
„ „	Neue techn. Schule, Pittsburg	200 000 „
E. C. u. J. A. Ericsson	Augustana College	30 000 „
Randolph Morgan	Univ. of Pennsylvania	200 000 „
J. Pierpont Morgan	Harvard Medical School	1 000 000 „

Spender	*Empfänger*	*Betrag*
Mrs. Anna Hough	Univ. South California (!)	65 000 Doll.
Lewis Severance	Oberlin College	40 000 „
J. Jefferson Coolidge	Harvard College	50 000 „
Verschiedene	Wellesley College	100 000 „
„	Carleton College	100 000 „
Ungenannt	Colorado College	100 000 „

Insgesamt betragen diese Geschenke 4 645 000 Dollar. Davon sind die mit (!) bezeichneten Gaben (480 000 Doll.) nur unter der Bedingung zugesagt, dass von anderer Seite ähnliche Summen aufgebracht werden, die zusammen über eine halbe Million Doll. betragen würden.

An einer Stelle giebt die „Nature" folgende Uebersicht über die grössten Spenden, welche einzelne wissenschaftliche Anstalten bisher erhalten haben:

Institut	*Spender*	*Betrag*
Universität Chicago	Rockefeller	9 134 000 Doll.
Gerard College	Stephen Gerard	7 000 000 „
Pratt Institute	Charles Pratt	3 600 000 „
Johns Hopkins Institut	John Hopkins	3 000 000 „
Drexel Institut	A. J. Drexel	3 000 000 „
L. Stanford Universität	Leland Stanford jun.	2 500 000 „
Cornell Universität	Ezra Cornell	1 500 000 „
Vanderbilt Universität	Die Vanderbilts	1 100 000 „
Columbia Universität	Seth Low	1 000 000 „

Dies giebt in Summa gegen 134 Millionen Mark, während die Gaben vom Vorjahre allein wenigstens 17 Millionen, mit den bedingungsweise zugesagten und den anderseitig aufzubringenden Geldern 22 Millionen Mark ausmachen würden. Die 30 Mill. Dollar-Schenkung der Mrs. Stanford (s. Weltall II, S. 84) ist hierbei noch nicht eingerechnet! A. Berberich.



Dem Komitee für die Erbauung der Vortragshalle der Treptow-Sternwarte sind noch beigetreten: Gräfin S. Brockdorff, Charlottenburg, Prof. William Pape, Geh. Reg.-Rat Prof. Hermann Ende, Präsident der Kgl. Akademie der Künste.

* * *

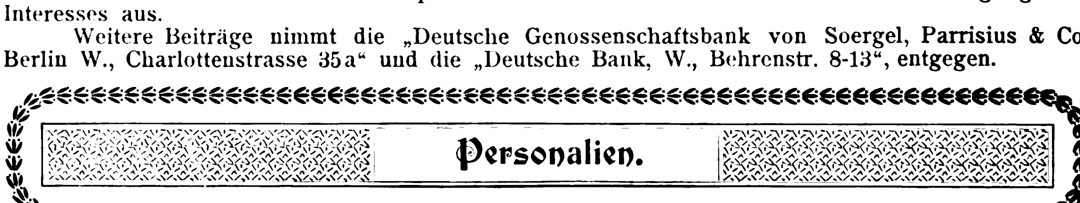
Viertes Verzeichnis von Beiträgen zur Errichtung der Vortragshalle der Treptow-Sternwarte.

70. Elektrizitäts - Aktiengesellschaft, vorm. Schuckert & Co., Berlin . 200 M.
71. Geh. Baurat, General-Direktor Emil Rathenau, Berlin . . . . . . 100 -
72. Bernhard Lilienfeld, Berlin . . 100 -
73. L. Zuckermandel, i. F. C. Schlesinger, Trier & Co., Berlin . . . 100 -
74. Gemeindevorstand Ober-Schöneweide . . . . 50 -
75. Gemeindevorstand Nieder-Schönhausen . . . . 50 -
76. Baumeister L. Zeitler, Berlin . . 50 -
77. Staatsminister v. Podbielski, Exc., Berlin . . . . 20 M.
78. Fräulein Elise Koenigs, Berlin . 20 -
79. J. Schwarz, Treptow . . . . . 20 -
80. Prof. Dr. F. Kohlrausch, Präs. der Phys.-Techn. Reichsanstalt, Charlottenburg . . . . 10 -
81. Fräulein Anna Saegert, Berlin . 10 -
82. Stadtrat Dr. Münsterberg, Berlin 5 -

735 M.
Die Summe der früheren Spenden betrug: 6773 -
Insgesamt: 7508 M.

Allen freundlichen Zeichnern sprechen wir den wärmsten Dank für diese Bethätigung ihres Interesses aus.

Weitere Beiträge nimmt die „Deutsche Genossenschaftsbank von Soergel, Parrisius & Co., Berlin W., Charlottenstrasse 35a" und die „Deutsche Bank, W., Behrenstr. 8-13", entgegen.



Personalien.

Professor Dr. Hermann Kobold, Observator der Universitäts-Sternwarte zu Strassburg i. E., hat einen ehrenvollen Ruf als Observator an die Sternwarte und die Universität Kiel angenommen.

Privatgelehrter Wilhelm Winkler, der eine eigene Sternwarte in Jena besitzt, ist von der philosophischen Fakultät der Universität in Jena wegen seiner hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen auf dem Gebiet der Astronomie zum Ehrendoktor promoviert worden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 12. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1902 März 15.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).
Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Präcisionsmessungen mit Hülfe der Wellenlänge des Lichts.

Von Prof. Dr. E. Gumlich.

Wer hätte nicht schon staunend durch eines der Wunderwerke wissenschaftlichen Scharfsinns und technischer Geschicklichkeit, das Mikroskop, geblickt, das im winzigen Wassertropfen eine unsichtbare Welt vor uns lebendig werden lässt, das uns den Aufbau der Pflanzen- und Tierkörper aus ihren kleinsten Bestandteilen, den Zellen, kennen lehrt, das der Medizin durch Enthüllung der minimalen, und doch so unheilvollen Krankheitserreger völlig neue Bahnen eröffnet hat und so indirekt zu einem der wichtigsten Faktoren für das Wohl und Wehe der gesamten Menschheit geworden ist? Ja, keine Wissenschaft kann heutzutage auf die Hülfe des Mikroskops verzichten, und auch die Physik bedient sich desselben in zahlreichen Fällen, wo das unbewaffnete Auge den kleinen Veränderungen in der Molekularstruktur oder der äusseren Gestalt der Körper nicht zu folgen vermag. Ein Beispiel wird dies ohne weiteres klar machen:

Jedermann weiss, dass sich die festen Körper mit steigender Temperatur ausdehnen. Aus diesem Grunde erhitzt der Schmied das Eisen, das er um das Rad zu legen hat, denn der Reifen, der sich in heissem Zustande bequem über den Radkranz ziehen lässt, sitzt nach dem Erkalten so fest, als wäre er mit dem Rade verwachsen. Aus demselben Grunde pflegt man zwischen den einzelnen Eisenbahnschienen einen kleinen Zwischenraum zu lassen, damit sich die Schienen im heissen Sommer ausdehnen, im Winter dagegen zusammenziehen können, ohne durch einen Bruch das Leben der Reisenden zu gefährden. Nun genügt es aber keineswegs, zu wissen, dass eine derartige Längenänderung mit dem Wechsel der Temperatur eintritt, wir müssen vielmehr auch die Grösse und die Gesetzmässigkeit dieser Aenderungen kennen, um sie vorkommenden Falles in Rechnung ziehen zu können. Hier hilft uns nun schon das Mikroskop:

Wir bringen beispielsweise auf zwei aus identischem Material hergestellten Stäben bei der gleichen Temperatur zwei feine Strichmarken im Abstande von je einem Meter an, legen beide Stäbe neben einander in zwei Tröge, und zwar den einen in schmelzendes Eis, den andern in eine Flüssigkeit, die wir auf eine



höhere Temperatur erwärmen, und stellen nun die Fäden zweier im Abstand von 1 m befindlichen, fest mit einander verbundenen Mikroskope auf die Striche des kälteren Stabes ein. Verschieben wir dann den zweiten Trog so weit, dass wir die Striche des wärmeren Stabes ins Gesichtsfeld bekommen, so bemerken wir, dass diese nun nicht mehr mit den Mikroskopfäden zusammenfallen; wir müssen diese letzteren vielmehr um einen gewissen Betrag seitlich verschieben, den wir mit Hülfe feiner Mikrometerschrauben genau messen können. Dieser Betrag ist es aber gerade, den wir suchen; wir finden also beispielsweise, dass die Verlängerung eines 1 m langen Eisenstabes bei einer Temperaturerhöhung um 50° rund 0,6 mm beträgt; bei einem Stab aus Aluminium würden wir 1,16 mm, bei einem Kupferstab 0,85 mm, bei einem Stab aus Gold 0,73 mm, und bei einem solchen aus Platin nur 0,46 mm erhalten. Mit anderen Worten: Ein Platinstab verlängert sich bei einer Temperaturerhöhung um 1° C. etwa um das 0,000 009fache.

Aber Platin und Gold sind teuer und meterlange Stäbe nicht so leicht zu beschaffen; bei anderen Substanzen, wie Krystallen u. dergl., ist es geradezu unmöglich, längere Stücke zu erhalten. Wollten wir uns aber mit der Länge von 1 cm begnügen, so würden wir bei einer Erwärmung um 50° bis 100°, die sich etwa bei der eben beschriebenen Methode noch verwenden liesse, nur eine Längenänderung von höchstens einem Hundertstel Millimeter erhalten; hierbei aber machen die unvermeidlichen Beobachtungsfehler schon einen recht beträchtlichen Teil der ganzen zu messenden Grösse aus. Mit anderen Worten: Wir sind für den vorliegenden Zweck bereits an der Grenze der Leistungsfähigkeit des Mikroskops angelangt, und müssen entweder Unsicherheiten von etwa 10 % mit in den Kauf nehmen oder uns nach einer anderen, leistungsfähigeren Methode umsehen. Thatsächlich existiert nun eine solche, von Fizeau angegebene Methode, welche auf der Interferenz des Lichtes beruht.

1. Das Abbe-Fizeau'sche Dilatometer.

Bekanntlich fasst man nach der Huyghens'schen Theorie das Licht als wellenförmige Bewegung einer den ganzen Weltraum erfüllenden, unendlich feinen Materie, des Lichtäthers, auf, und zwar erfolgt die Bewegung der einzelnen Aetherteilchen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung des Lichtes. Denken wir uns nun, ein derartiges Aetherteilchen schwinge unter dem Einflusse einer Lichtquelle von ganz bestimmter Farbe, z. B. des gelben Natriumlichtes, hin und her, und wir senden nun auf irgend einem Umwege, etwa nach der Reflexion an einer spiegelnden Fläche, einen zweiten von demselben Punkte unserer Lichtquelle ausgehenden Strahl nach demselben Aetherteilchen, so kann dieser zweite Strahl die schon vorhandene Bewegung des Aetherteilchens vermehren oder vermindern, ja ganz aufheben, je nachdem die Impulse, welche das Aetherteilchen in demselben Moment durch die beiden Lichtbewegungen erhält, einander gleichgerichtet oder entgegengesetzt gerichtet sind. Im ersteren Falle werden wir eine vermehrte, im anderen eine verminderte Helligkeit oder sogar vollständige Dunkelheit erhalten, so dass hier, so unwahrscheinlich es auch klingt, Licht zu Licht gefügt Dunkelheit ergiebt.

Hierauf beruht z. B. die bekannte Erscheinung der Newton'schen Ringe. Legt man nämlich eine schwach gekrümmte Konvexlinse auf eine ebene Glasplatte und lässt von oben das Licht einer monochromatischen (einfarbigen) Lichtquelle, etwa wieder Natriumlicht, darauf fallen, so sieht man ein System von

konzentrischen, hellen und dunklen Ringen (Fig. 1)*), welche dadurch zu Stande kommen, dass die Bewegung der Aetherteilchen, die von den an der Unterseite der Linse reflektierten Strahlen herrührt, durch die an der Oberseite der Glasplatte reflektierten Strahlen gestört wird, oder, dass die Strahlen, wie man sich ausdrückt, interferieren. An den Punkten nun, wo die durch die beiden Lichtbewegungen hervorgerufenen Schwingungszustände des Aetherteilchens, die Phasen, einander gleich sind, erhalten wir Helligkeit, an den Stellen, wo sie entgegengesetzt sind, Dunkelheit, und da bei der gleichförmigen Krümmung der Linse die hellen und dunklen Punkte sich symmetrisch um den Mittelpunkt gruppieren, so sehen wir eben die erwähnten hellen und dunkelen Ringe.

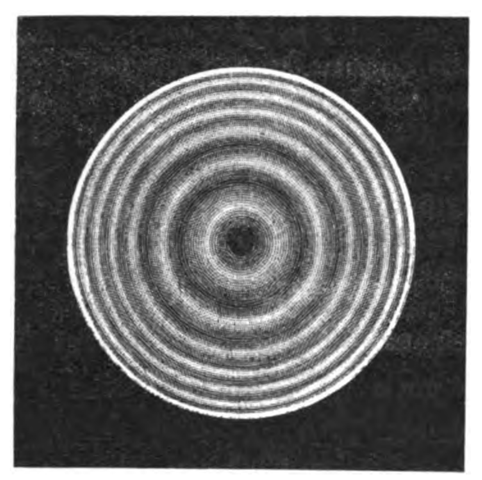


Fig. 1.

Eine ganz analoge Erscheinung tritt auf, wenn wir statt der Glasplatte und Linse zwei ebene Glasplatten verwenden, die nur sehr wenig gegen einander geneigt sind. Die entstehenden Interferenzstreifen verlaufen dann in gleichen Abständen von einander parallel zur Kante des zwischen den beiden Platten befindlichen Luftkeils, und zwar interferieren hier wieder die von der unteren Fläche der oberen Platte reflektierten Strahlen mit denjenigen, welche von der oberen Fläche der unteren Glasplatte reflektiert wurden. Nun hat aber der an der unteren Platte reflektierte Strahl *ABCDEFG* (Fig. 2) einen längeren Weg zu durchlaufen, als der an der oberen Platte reflektierte *A′ B′ E F G*, da er ja auch noch die zwischen den beiden Platten befindliche Luftschicht zwei Mal durchsetzen muss, und zwar wird diese Wegdifferenz um so grösser, je weiter das Strahlenpaar nach der dickeren Seite des Luftkeiles hinrückt; da aber derselbe Schwingungszustand des Aetherteilchens immer wieder eintritt, wenn die Weglänge des Lichtstrahls sich um eine ganze Wellenlänge (etwa ein halbes Tausendstel Millimeter) ändert, so ist wohl umgekehrt auch ohne weiteres klar, dass sich die Weglänge des an der unteren Platte reflektierten Strahls von einem hellen Streifen zum anderen oder von einem dunklen Streifen zum andern gerade um eine ganze Wellenlänge vergrössert haben muss.

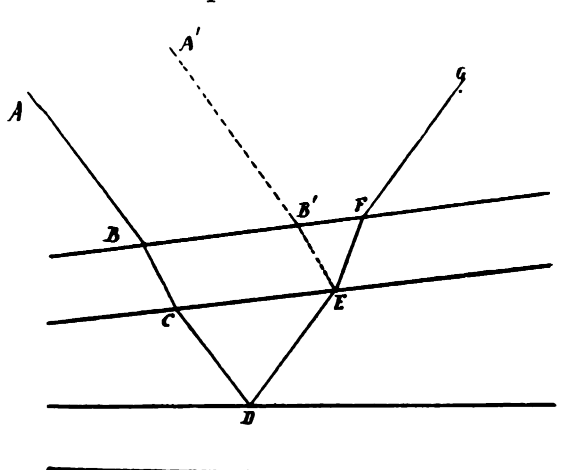


Fig. 2.

Denken wir uns nun, dass wir die obere Glasplatte parallel zu sich selbst ganz langsam von der unteren Platte entfernten, so wird natürlich auch hierdurch die Wegdifferenz zwischen den oben und unten reflektierten Strahlen

*) Die Figur ist dem Lehrbuch von Müller-Pouillet entnommen.

kontinuierlich geändert. Somit wird, wenn das Licht nahezu senkrecht einfällt, bei der Vergrösserung des Plattenabstandes um $^1/_4$ Wellenlänge, d. h. um etwa ein Zehntausendstel Millimeter, an der Stelle ein dunkeler Streifen auftreten, wo wir vorher einen hellen beobachteten, denn die Weglänge des zweiten Strahls zwischen den Platten hat sich ja beim Hin- und Rückgang um eine halbe Wellenlänge vergrössert; die interferierenden Strahlen treffen also nicht mehr mit der gleichen, sondern mit entgegengesetzter Phase zusammen. Bei einer weiteren Verschiebung um $^1/_4$ Wellenlänge wird man an derselben Stelle wieder einen hellen Streifen beobachten und so fort; mit anderen Worten: Die Interferenzstreifen werden bei einer stetigen Vergrösserung des Plattenabstandes an einem Punkte der oberen Platte, den wir uns durch eine Marke bezeichnet denken wollen, vorbeiwandern. Umgekehrt aber können wir nun auch aus der Anzahl der Streifen, welche an der Marke vorüberzogen, ohne Weiteres bestimmen, um welchen Betrag die Platten auseinandergerückt sind. Beträgt diese Anzahl n, so hat sich eben der Plattenabstand um $n \cdot \frac{\lambda}{2}$ vergrössert, wenn λ die Wellenlänge der betreffenden Lichtart bezeichnet.

Nun hängt aber, wie ohne Weiteres klar ist, die Breite der Streifen von der Neigung der beiden Platten gegen einander ab. Wählen wir diese Neigung klein genug, dann werden die Streifen so breit, dass man die Verschiebung der Streifen noch ungefähr bis auf ein Hundertstel ihrer Breite messen kann; dies entspricht aber einer Vergrösserung des Plattenabstandes von ungefähr 2 bis 3 Millionstel Millimeter, also einer Grösse, die wir auch mit dem stärksten Mikroskop gar nicht mehr wahrnehmen könnten.

Wir denken uns nun die obere Platte getragen durch drei auf der unteren Platte ruhende Metallstützen von nahezu der gleichen Länge; dann werden die Platten nur wenig gegen einander geneigt sein und wir erblicken bei Beleuchtung mit vollständig einfarbigem Licht das erwähnte System von Interferenzstreifen. Wenn wir jetzt den kleinen Apparat erwärmen, dann dehnen sich die Stützen etwas aus, die Streifen wandern an einer auf der unteren Fläche der oberen Platte angebrachten Marke vorüber, und wir brauchen nur die Anzahl der vorüberwandernden Streifen abzuzählen, um aus der bekannten Länge der Stützen und der gemessenen Temperaturdifferenz die Ausdehnung der Metallstützen zu berechnen.

Eine derartige kleine Vorrichtung ist in Fig. 3 abgebildet. Dieselbe besteht aus einem Tischchen aus Platin-Iridium oder einer anderen geeigneten Substanz, dessen Platte *T* an der Oberseite genau eben geschliffen und poliert ist, so dass sie die Stelle der unteren Glasplatte in der oben beschriebenen Anordnung vertritt. Die die Tischplatte durchsetzenden Füsse sind mit einem Schraubengewinde versehen, mit Hilfe dessen der Abstand und die Neigung der oberen Deckplatte *P* beliebig geändert werden kann. Denken wir uns nun zunächst den in der Figur eingezeichneten Körper *O* entfernt, so können wir auf dem oben beschriebenen Wege zunächst die Ausdehnung des zwischen den beiden Platten befindlichen Teils der Schrauben ermitteln. Hat man diese gefunden, so lässt sich auch die Ausdehnung eines beliebigen anderen Körpers mit annähernd der gleichen Genauigkeit bestimmen. Zu diesem Zwecke schneidet man aus

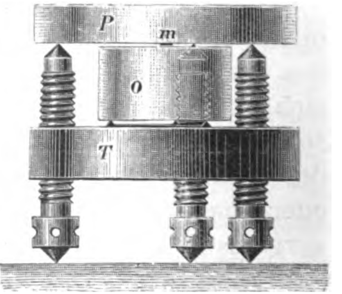


Fig. 3.

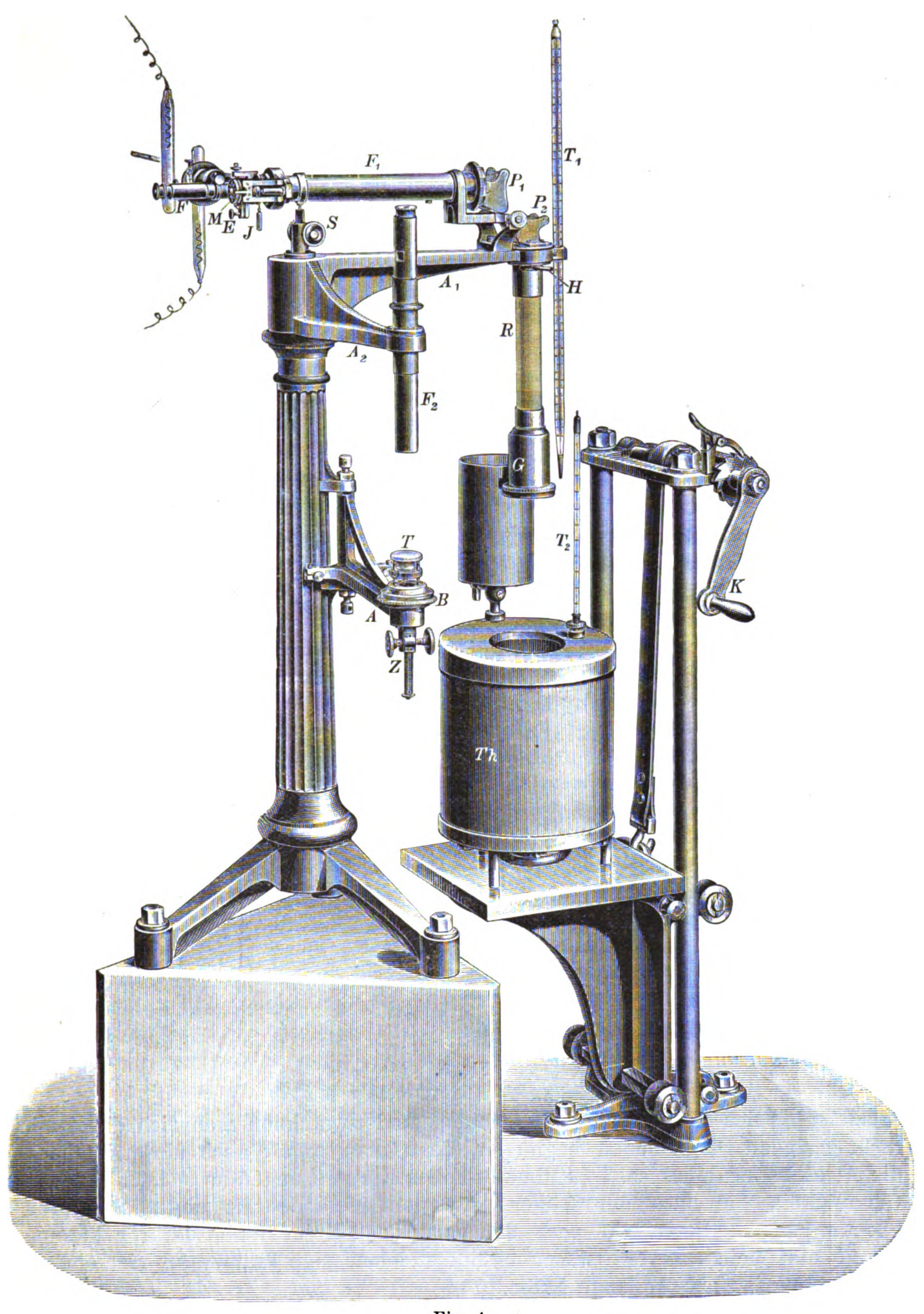


Fig. 4.
Abbe-Fizeau'sches Dilatometer ($^1/_7$ nat. Grösse).

dem zu untersuchenden Körper eine planparallele Platte *O* (Fig. 3), legt dieselbe auf drei kleine, aus der Platte des Tischchens *T* hervorragende Spitzen und beobachtet nun das Streifensystem, das durch Reflexion an der unteren Fläche von P und der oberen Fläche von *O* entsteht. Auch in diesem Falle wird sich bei einer Erwärmung des Apparates das Streifensystem verschieben, aber im Allgemeinen um einen viel geringeren Betrag, denn da sich nun die Schrauben und der Körper gleichzeitig ausdehnen, so entspricht die Dickenänderung der Luftschicht zwischen den reflektierenden Flächen der Differenz zwischen der Ausdehnung der Schrauben und des Körpers *O*. Da man jedoch die Ausdehnung der Schrauben allein bereits kennt, so lässt sich aus dieser Differenz auch die

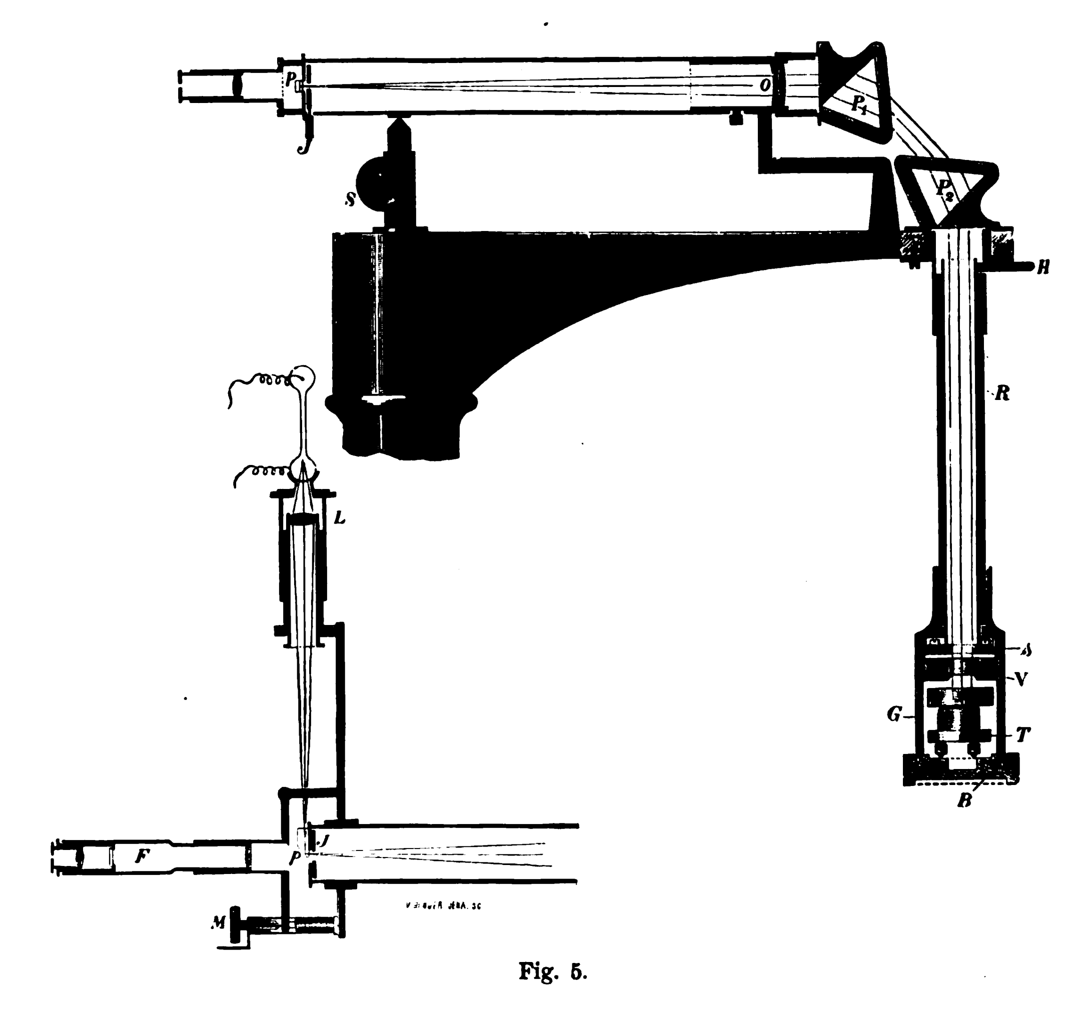


Fig. 5.

Ausdehnung des Körpers allein berechnen, und zwar kann man sich dabei mit recht geringen Dimensionen begnügen, denn man erhält nach dieser Methode die Ausdehnung eines ca. 1 Centimeter hohen Körpers ungefähr mit der gleichen Genauigkeit, wie nach der früher erwähnten Methode mit einem Stab von 1 Meter Länge. Hierzu tritt noch der Vorteil, dass für einen derartig kleinen Körper auch bei stärkerer Erwärmung eine gleichmässige Temperatur viel leichter herzustellen ist, als für lange Stäbe.

In Fig. 4 ist die Gesamtansicht, in Fig. 5 die optische Einrichtung eines solchen Apparates, wie er von der Firma Zeiss in Jena nach den Angaben von

Prof. Abbe hergestellt wird, wiedergegeben*). Das aus einer mit Quecksilber gefüllten Hförmigen Geisslerschen Röhre stammende Licht wird durch die Linse *L* auf ein kleines, total reflektierendes Prisma *P* konzentriert, welches die mit einer Irisblende versehene Oeffnung *I* zur Hälfte verdeckt. Diese Oeffnung befindet sich im Brennpunkte einer Linse *O*, aus welcher also das Licht parallel austritt. Nach der Zerlegung durch die beiden Prismen P_1 und P_2 gelangt es senkrecht nach unten auf den oben beschriebenen Interferenzapparat *T* und von hier aus auf demselben Wege wieder zurück durch den freien Teil der Oeffnung *I* zum kleinen Fernrohr *F*, mit Hilfe dessen die Interferenzstreifen beobachtet werden.

Da nach der Zerlegung des Lichts die verschiedenfarbigen Strahlen des Quecksilberlichts divergieren, so wird nur eine einzige Lichtart, beispielsweise das der grünen Linie $\lambda = 535\,\mu\mu$, senkrecht auf den Apparat auftreffen und ebenso reflektiert werden. Die den übrigen Quecksilberlinien angehörenden Strahlen dagegen treffen schief auf und werden seitlich gegen die Röhrenwand abgelenkt, so dass sie die Beobachtung nicht stören. Durch Heben und Senken des Collimotorrohrs mittels der Schraube *S* kann man aber jede einzelne Lichtart nach der anderen ins Auge gelangen lassen und somit ohne Aenderung der Lichtquelle die Interferenzen rasch und bequem mit Licht ganz verschiedener Wellenlänge beobachten.

Diese von Abbe eingeführte Einrichtung hat eine sehr wesentliche Bedeutung: Würde man nämlich nur Licht einer einzigen Wellenlänge bei der Beobachtung verwenden, so müsste man, wie dies thatsächlich von Fizeau, Benoît u. a. zuerst ausgeführt wurde, die sämtlichen während der Erwärmung an der Marke vorüberwandernden Interferenzstreifen auch wirklich abzählen, was nicht nur äusserst anstrengend ist, sondern auch leicht zu Irrtümern Veranlassung geben kann. Bei der Verwendung mehrerer Lichtarten von bekannter Wellenlänge dagegen lässt sich aus der relativen Lage der Streifen verschiedener Farbe zu der Marke mit Hilfe einer Art von diophantischer Gleichung die Anzahl der vorübergewanderten Streifen nachträglich mit vollständiger Sicherheit bestimmen, so dass also eine Beobachtung am Anfang und am Ende der Erwärmung ausreicht.

Auf die Einzelheiten des interessanten Apparats, wie die mikrometrische Bestimmung des Abstands der Marke von den benachbarten Interferenzstreifen, die Erwärmungseinrichtungen u. s. w., wollen wir hier nicht näher eingehen, sondern lieber einen Blick werfen auf eine andere, nach ähnlichen Prinzipien ausgeführte Messung, die in der ganzen physikalischen Welt berechtigtes Aufsehen erregt hat.

(Fortsetzung folgt.)



Ueber die scheinbare Abflachung des Himmelsgewölbes und die Vergrösserung der Gestirne am Horizont.

Von Alfred Arendt. (Schluss.)

Wir kommen zur Vergrösserung von Sonne, Mond und den Sternen am Horizont.

Was zunächst die direkte Beobachtung angeht, so ist auch hier zu konstatieren, dass hier der Eindruck variiert, allerdings weniger als bei

*) Die Figuren 3 bis 5 sind dem Aufsatze von Pulfrich „Ueber das Abbe-Fizeau'sche Dilatometer“, Zeitschr. f. Instrumentenk. 1893, entnommen.



der Abflachung. Sehr erschwerend ist hier aber, dass man nie gleichzeitige Vergleiche machen, sondern nur gedächtnismässige Eindrücke vergleichen kann. Den Wert, den Prof. Reimann angiebt, eine Vergrösserung von 3,5 am Horizont, kann ich nur als Maximalwert zulassen, und die Personen, die ich über den bezüglichen Eindruck befragte, erklärten, noch nie eine solche Vergrösserung gesehen zu haben. Ihre Angaben schwankten zwischen 1,6 und 2,0 im Mittel 1,8. Auch ich habe einen solchen Eindruck der Vergrösserung von Sonne und Mond am Horizont. Auch ich habe eine solche Vergrösserung von 3,5 höchst selten gesehen. Die von mir geschätzten Werte schwanken zwischen 1,5 und 2,3.

Die Uebereinstimmung der Zahlen mit den Abplattungswerten ist ziemlich auffallend, wenn wir bedenken, dass die Gestirne, Sonne und Mond am Horizonte bei völlig wolkenbedecktem Himmel nicht gesehen werden, der doch die grösste Abflachung hat, sondern dass man sie gewöhnlich bei Abflachungseindrücken zwischen 1,3 und 2,3 sieht. Schon hieraus also drängt sich uns der oft geäusserte Gedanke des Zusammenhangs beider Phänomene auf.

Zunächst verdient aber auch bemerkt zu werden, dass die Gestirne (Sterne) am Horizonte nie so stark vergrössert erscheinen als Sonne und Mond. Dies liegt eben an dem Zusammenhang des Vergrösserungseindruckes mit dem Abflachungseindruck. In der Nacht ist der Abflachungseindruck oft nur 1 : 1,1, also auch der Vergrösserungseindruck gering. Relativ noch am stärksten erscheinen die Sternbilder in der Dämmerung am Horizont vergrössert. Dann werden auch an den Gestirnen Vergrösserungseindrücke von etwa 2,5 beobachtet.

Ich konstatiere ferner: Sonne, Mond und Gestirne erscheinen uns infolge dieser scheinbaren Vergrösserung am Horizont nicht ferner (wie die alten Erklärer und Reimann behaupten), sondern näher, und um so viel näher, als sie grösser erscheinen.

Diese Thatsache ist unfraglich richtig und ist mir von fast allen Laien, die ich danach befragt habe, bestätigt worden*). Ihr Gegenteil ist wohl von den bisherigen Erklärern nur deshalb behauptet worden, weil diese die Behauptung des Fernerseins am Horizont zu ihren Erklärungen zu brauchen glaubten. Als ich einst als Knabe den Mond in einer klaren Nacht aufgehen sah und er mir ungemein gross erschien (ich habe ihn wohl niemals sonst so stark vergrössert gesehen), da hatte ich den Gedanken, er müsste jetzt, im Fernrohr betrachtet, einen vortrefflichen Anblick bieten, weil er so viel näher sei. Ich führe das nur an, weil es ein Beweis ist, dass ein unbefangener Beobachter gerade bei sehr starker Vergrösserung thatsächlich den Eindruck starker Annäherung des Gestirnes am Horizont haben kann. Und ich versichere, dass ich wohl stets am Horizont stehende Gestirne für näher, niemals aber für ferner hielt.

Wenn ich übrigens jetzt den Mond am Horizont erblicke, sehe ich ihn nicht mehr so viel vergrössert wie früher. Ich führe das an, weil mir erscheint, als

---

*) Zoth hat eine Rundfrage bei etwa hundert Personen veranstaltet, welche ergab, dass allen der Mond am Horizonte rein und gross und viel näher erschienen sei als am Zenit.

Ferner bemerkt Klügel: Verschiedene aber, die ich um ihre Empfindung befragt, versichern das Gegenteil (nämlich dass der Mond am Horizont näher erscheint) und ich möchte selbst ihnen wohl beitreten.

Auch andere Gelehrte sind derselben Meinung. (Siehe Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Aufsatz von Prof. W. von Zehender.)

ob die andauernde Beobachtung dieser Phänomene verbunden mit dem Gedanken, dass sie uns optische Täuschungen wären, vermindernd und abschwächend auf die Eindrücke wirken*). Diese Erscheinung, wofern sie reell ist, thut dar, dass es sich hier nur um Vorstellungen handelt und spricht sehr für die zum Schluss von mir ausgesprochene Behauptung.

Nun zur Erklärung dieser Vergrösserung. Der allgemeine Gedankengang und die Grundlage der Erklärung ist hauptsächlich in folgendem angegeben:

Wenn wir beispielsweise den Mond auf dem Horizont erblicken, so ist einerseits zu bedenken, dass er genau so viel Prozent der Himmelsfläche bedeckt, wie wenn er am Zenit steht, dass er aber auf einem ferneren Himmelshintergrund zu stehen scheint. Wir erwarten, dass er hier kleiner aussehen sollte, und halten ihn demnach für soviel mal vergrössert, als wir das Himmelsgewölbe für ferner halten. Ausserdem aber schätzen wir die Partien des Himmels am Horizont für grösser als sie sind (aus Gründen, die noch angeführt werden sollen); also vergrössern wir auch den als Teil des Himmels betrachteten Mond. Durch den Eindruck der Vergrösserung wird uns aber wiederum ein Eindruck der Annäherung hervorgerufen, der nun aber keineswegs etwa den Eindruck der Abflachung aufhebt, da er ja nicht in bewusstem Zusammenhange mit diesem steht und auch sonst vorstellungsmässig durch nichts mit ihm verknüpft ist; wir halten eben das Himmelsgewölbe in allen seinen Teilen für näher gerückt unter Belassung seiner abgeflachten Form.

Dass das Himmelsgewölbe in der That ferner erscheint, wenn Sonne und Mond im Zenit stehen, dass es dagegen sehr nahe gerückt erscheint, wenn Sonne und Mond am Horizont stehen, ist eine Thatsache, auf welche ich zwar meines Erachtens nach zuerst hinweise, welche aber jeder an zwei beliebigen klaren Tagen konstatieren kann.

Ich erinnere nur an zwei Eindrücke, den einer Dämmerung, wenn der Mond soeben aufgeht, und den einer Mondnacht, wenn der Vollmond nahe dem Zenit steht. In letzterer erscheint das Himmelsgewölbe abnorm fern.

Die Thatsache zeigt aber deutlich, dass wir die Entfernung von Sonne und Mond mit der des Himmelsgewölbes identifizieren, und dass die Gestirne uns am Horizont wirklich näher erscheinen als am Zenit.

Hierher gehört auch folgender Versuch:

Man nehme eine Münze und halte sie gegen den Himmel. Man betrachte zunächst diesen selbst und man findet, dass die Münze am Himmel nahe dem Zenit ein relativ grösseres Stück zu verdecken scheint als am Horizont. Betrachtet man aber die Münze selbst, so erscheint sie am Horizont grösser und näher als am Zenit.

Dieser Versuch zeigt, dass wir die Raumteile am Zenit mehr zusammengedrängt sehen als am Horizont.

Dies bestätigt auch die bekannte, von Smith und Reimann erwiesene Thatsache, dass wir, wenn man uns auffordert, die Mitte zwischen Zenit und Horizont, also den Winkel von 45° zu zeigen, durchgehends viel zu tief, etwa einen Winkel von 23° zeigen. Auch hier sehen wir die Gegenden am Horizont grösser und ausgedehnter als die am Zenit.

*) Ein Aehnliches scheint bei der Abschätzung der scheinbaren Höhe von 45° der Fall zu sein. Hier handelt es sich dann bei mathematisch geübten Beobachtern, die nämlich den Winkel richtiger schätzen, um eine Ausschaltung der falschen Vorstellung.



Wie ist nun diese Erscheinung zu erklären? Offenbar hängt auch mit ihr direkt die Vergrösserung der Gestirne am Horizont zusammen. Auch diese erscheinen am Zenit mehr zusammengedrängt, am Horizont mehr auseinandergezogen.

Schmidt, Kämtz und Reimann geben ziemlich zutreffend als Grund an, dass wir die Gestirne auf den Himmelshintergrund projizieren, indem wir sie weiter entfernen. Aber sie stellen dies, wie mir scheint, nicht in allen Teilen einwandfrei dar. Die Objekte am Horizont erscheinen näher, das ist dabei zu beachten. Es machen sich auch hier, wie ich zu finden glaube, mehrere Momente geltend.

Die grosse Himmelsfläche ist gewöhnlich gleichmässig in eintönigem Blau gefärbt. Sie erscheint nur als eine Fläche. Auf der Erdoberfläche aber gewahren wir nach allen Richtungen hin eine grosse Anzahl von Einzelheiten, Körper an Körper, Gegenstände von uns bekannter Grösse, die für uns alle eine Bedeutung haben. Wir sehen am Horizont Objekte, von denen wir wissen, dass sie gross sind, nebeneinander und der Horizont erscheint uns daher länger, als er ohne diese Einzelheiten erschiene. Der Horizont wird so zum längsten Kreis am Himmel, nicht nur weil er anscheinend der entfernteste ist, sondern auch gleichgrosse Teile des Horizonts scheinen einen grösseren Sehwinkel zu haben als gleichgrosse sonstwo am Himmel. Dies teilt sich aber in geringem Masse auch den benachbarten Himmelsstrichen mit, und auch der Himmel am Horizont wird etwas vergrössert, und zwar umsomehr, je näher er dem Horizont liegt. Dies führt auch im Verein mit einer anderen Erscheinung zum Eindruck des elliptischen, plattgedrückten Querschnitts des Himmelsgewölbes. Also: Die intermediären Objekte lassen, weil sie selbst alle grosse Körper sind, dem Himmelshintergrund eine grössere räumliche Bedeutung zuteilen; jeder kleine Sehwinkel gewinnt am Horizont an räumlicher Bedeutung, d. i. Grösse. Andrerseits verschwinden kleine Sehwinkel nahe dem Zenit gegen die grosse Himmelsfläche; sie erscheinen entschieden dadurch kleiner, als wenn sie am Horizont ständen.

Die intermediären Objekte bewirken, weil sie trotz ihrer kleinen Sehwinkel als sehr gross bekannt sind, dass kleine Sehwinkel am Horizont grösser erscheinen als am Zenit.

Dies wird noch dadurch unterstützt, dass man den Eindruck hat, in horizontaler Richtung besser und deutlicher sehen zu können, weil man bequemer sieht. Der Eindruck, in vertikaler Richtung unbequem, in horizontaler Kopflage und Blickrichtung schärfer beobachten zu können, verstärkt den Eindruck der Vergrösserung am Horizont.

So glaube ich also wahrscheinlich gemacht zu haben, warum man Gegenstände schon an sich am Horizont mit grösseren Sehwinkeln zu erblicken glaubt, als sie haben. Dieser Umstand, verbunden mit dem, dass die weissliche Farbe des Horizonts ziemlich plötzlich in das Blau des Himmels übergeht, erzeugt den Eindruck der elliptischen Abplattung des Himmels und bringt die Horizontgegenden scheinbar etwas näher, als sie nach der segmentartigen Krümmung sein sollten, wie Figur 2 zeigt.

Wir kommen nun zur Verbindung dieser Erscheinung der Abflachung mit der der Vergrösserung der Gestirne.

In Fig. 3 stellt *AZB* einen Querschnitt des scheinbaren Himmels, *CZD* aber einen Querschnitt des mathematisch zu denkenden Kugelhimmels dar, an dessen Oberfläche die richtigen Sehwinkelverhältnisse projiziert werden können.

In M steht der Beobachter. Sieht er nach dem im Zenit stehenden Monde, so scheint ihm dessen Durchmesser, durch den unveränderlichen Sehwinkel α bestimmt, in dem Zenit, der ebensoweit entfernt sein möge als der mathematisch zu denkende Himmelsglobus, die Grösse a zu haben.

Sieht nun der Beobachter aber den Mond im Horizont bei A, wo sich das scheinbare Himmelsgewölbe weit hinter das durch den Sehwinkel bestimmte Kugelgewölbe entfernt, so wird erstens der Sehwinkel des Mondes selbst anscheinend vergrössert; der Mond scheint also bei C einen grösseren Durchmesser als a zu haben und einen grösseren Sehwinkel als α — nennen wir ihn β, wo $\beta > \alpha$ — zu besitzen. Er versetzt aber den Mond an das ihm bei A befindlich erscheinende Himmelsgewölbe, das in solchen Fällen durchschnittlich 1,7 mal weiter zu sein scheint, als das Kugelgewölbe gedacht ist. Daher sieht ihn der Beobachter auch mit einem grösseren körperlichen Durchmesser b, der nach dem Strahlensatze nahezu $1{,}7\frac{\beta}{\alpha}$ mal grösser als der am Zenit gesehene a ist.

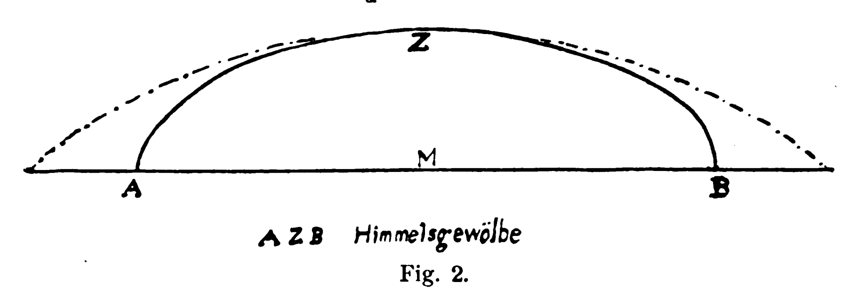


Fig. 2.

Der Beobachter in M erwartet aber den Mond mit dem körperlichen Durchmesser a zu sehen oder, was dasselbe ist, mit einem $\frac{\beta}{\alpha}$ mal kleineren Sehwinkel. Er sieht ihn aber nicht nur mit demselben Sehwinkel, sondern sogar mit dem grösseren Sehwinkel β. Da er an eine körperliche Vergrösserung nicht glauben kann, so hält er den Mond für $\frac{\beta}{\alpha}$ 1,7 mal näher gerückt, als er sein

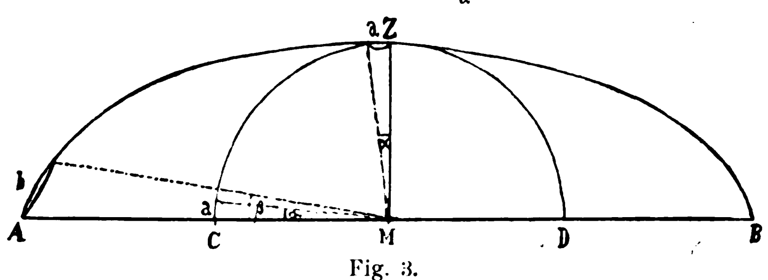


Fig. 3.

sollte; aus der Praxis (direkten Beobachtung) ergiebt sich $\frac{\beta}{\alpha}$ 1,7 zu etwa 3, woraus sich für $\frac{\beta}{\alpha}$ ein Wert (zwischen 1,2 und 2) etwa 1,5 ergiebt. Da man nun den Mond an die Himmelsdecke versetzt, so hält man auch den Himmel für näher; und indem man diesen in seiner Form für unveränderlich hält, belässt man ihm seine elliptische abgeflachte Gestalt und hält das ganze Himmelsgewölbe für $\frac{\beta}{\alpha}$ 1,7 mal näher. Jeder, der einen Vollmondaufgang beobachtet hat, wird den Eindruck haben, als sei die Himmelsdecke näher als sonst, wofern er nicht den Mond für näher hält als den Himmelshintergrund.

Also: Der Mond erscheint am Horizont mit dem Himmelsgewölbe um $\frac{\beta \cdot AM}{\alpha\, ZM}$ nähergerückt und vergrössert.

Der Eindruck der Vergrösserung des Sehwinkels wird noch unterstützt, wenn in der unmittebaren Nähe der Mondscheibe oder gar in diese hineinragend sehr grosse Objekte unter sehr kleinen Sehwinkeln sind. Diese Erscheinung wird oft als alleiniger Grund der Erscheinung angegeben. Dass sie es nicht sein kann, leuchtet ein, wenn man an den Grad der scheinbaren Vergrösserung denkt und erwägt, dass solche optischen Täuschungen je nach den Umständen die allerverschiedensten Veränderungen des Durchmessers hervorrufen müssten, was bekanntlich nicht der Fall ist. Das Unzutreffende einer solchen Behauptung wird aber direkt dadurch erwiesen, dass erstens Kurzsichtige und Leute, welche nicht scharf auf den Mond blicken und den hineinragenden Gegenstand nicht wahrnehmen, dennoch den Mond stark vergrössert erblicken, während sie ihn doch überhaupt nicht vergrössert sehen sollten. Dass dies aber doch bei der Vergrösserung einwirkt, scheint daraus hervorzugehen, dass der Mond, wenn er nahe dem Zenit zwischen den Blättern eines Baumes gesehen wird, etwas grösser zu sein scheint als sonst. Ist das aber der Fall, so müssen Kurzsichtige thatsächlich den Mond nicht in dem Masse vergrössert sehen wie Scharfsichtige. Ich habe dies noch nicht untersuchen können, werde es aber nachholen und nebst einigen anderen Nachforschungen berichten.

Dass die geringe Lichtstärke von Sonne und Mond am Horizonte — von deren Einfluss noch Littrow spricht — nicht den geringsten Einfluss auf die Vergrösserung hat, beweist die Thatsache, dass Sonne und Mond hinter Wolken und Nebel sogar ein wenig kleiner erscheinen als sonst, wie bereits häufig hervorgehoben worden ist, und was als Folge der eliminierten Irradiation zu betrachten ist. Man hat gefunden, dass die Sonne, durch ein genügend starkes Blendglas betrachtet, in jeder Höhe in wahrer Grösse erscheint. Nach unserer Erklärung ist es selbstverständlich, denn da wir die Vergrösserung auf das Verhältnis der Gestirne zu ihrer Umgebung zurückführen, bei einem Blendglase aber nichts anderes als die Sonnenscheibe sichtbar ist, kann uns nicht weiter Wunder nehmen, wenn wir da die Vergrösserung eliminiert finden, da ja doch die Ursachen eliminiert sind.

Zum Schlusse möchte ich einiges über die Werte der Vergrösserung und der Abflachung sprechen. Man hat dabei, wie schon hervorgehoben, zwischen den nach direkter Beobachtung scheinbar wahrgenommenen und den in der Vorstellung bleibenden Werten zu unterscheiden; die ersteren variieren nach den Umständen und zweitens mit den Beobachtern, die zweiten zwar auch ein wenig nach den Umständen, aber wesentlich nur bei verschiedenen Individuen.

Ich ermittele die Werte der Abflachung folgendermassen: Ich (oder irgend eine beliebige andere Person, wenn es auf die Person und nicht den allgemeinen Mittelwert ankommt) schätze erstens, wievielmal weiter mir der Himmel als der Zenit zu sein scheint. Zweitens sehe ich den Himmel scharf an und gebe dann möglichst genau den Querschnitt zeichnerisch wieder. Die Zeichnung messe ich aus und aus dem geschätzten und dem an der Zeichnung gemessenen Werte nehme ich ein wahrscheinliches Mittel, indem ich dabei der Zeichnung grösseren Einfluss auf dieses lasse. Die gefundenen Mittelwerte haben gewöhnlich nur eine Unsicherheit von $^1/_{10}$. Beispiele mögen das illustrieren: Ich schätzte die Abflachung 1 : 2,4 und fand durch Ausmessung der Zeichnung 1 : 2,1. Ich schätzte die Abflachung zu 1,50 und mass sie nach der Zeichnung zu 1,58 u. s. w.

Schwerer ist die scheinbare Vergrösserung anzugeben. Ich verfahre genau so: Ich schätze zunächst nach dem ersten Eindruck die Vergrösserung und gebe

dann zeichnerisch die mir im Gedächtnis gebliebene Grösse der Sonne, des Mondes u. s. w. (die ich zuvor in der Nähe des Zenit betrachtete) und im Verhältnis dazu die Grösse, die jetzt dasselbe Gestirn am Horizont zu haben scheint. Die Zeichnungen messe ich aus und nehme auch jetzt den Mittelwert aus Schätzung und Zeichnung unter grösserer Berücksichtigung der letzteren.

Ich werde darnach Nachforschungen anstellen, erstens: wie gross die allgemeinen Mittelwerte von Vergrösserung und Abflachung bei Betrachtung und Vorstellung sind, zweitens: wie gross die Verschiedenheiten bei der Schätzung der Abflachung und Vergrösserung seitens verschiedener Beobachter unter sonst völlig gleichen Umständen, drittens: wie gross diese Verschiedenheiten bei demselben Beobachter unter verschiedenen Umständen sind, und viertens: wie gross die Verschiedenheiten der Vorstellung (im geschlossenen Raume) sind.

Man findet bezüglich der Vorstellung, dass ein grosser Teil überhaupt keine Vorstellung einer Abflachung des Himmels hat, und dass die Vorstellung überhaupt, wie leicht erklärlich, weit unter der wirklich zu beobachtenden Abflachung liegt. Auch wird manchem Leser scheinen, als ob die besprochenen Erscheinungen gar nicht vorhanden wären oder doch nur bei einzelnen Personen auftreten. Und es sind dies freilich sehr subtile Empfindungen, die zuweilen sogar unter der Bewusstseinsgrenze bleiben — wie die der verschiedenen scheinbaren Entfernung des Himmelsgewölbes —; aber wer einmal darauf hingewiesen ist, wird sie wohl auch empfinden.

Die Erwägung aller dieser Punkte aber führt mich zu der Behauptung, dass weder die Abflachung, noch die scheinbare Vergrösserung auf irgend etwas Reelles, auf irgend welche positiven Zustände der Aussenwelt zurückgehen, sondern dass beide Erscheinungen dem Vorstellungsleben angehören, also psychischer Natur sind und durch die Eigenschaften des Vorstellungslebens bedingt sind.

Nachsatz: Durch die Freundlichkeit von Herrn Direktor Archenhold ist mir ein Aufsatz in der „Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane“ 1900 von Prof. W. von Zehender zu Augen gekommen, der sich „Die Form des Himmelsgewölbes und das Grösser-Erscheinen der Gestirne am Horizonte“ betitelt. Den einleitenden Absatz unterschreibe ich in jedem Worte. Im weiteren aber zeigt sich die geringe mathematische Denkweise des Verfassers in bedenklichem Masse. Auch sieht man nicht, wo der Verfasser hinaus will.



Ueber eine ausgedehnte Sonnenfleckengruppe in hoher heliocentrischer Breite am 5. März 1902.

Mit dem grossen Refraktor der Treptow-Sternwarte (68 cm Oeffnung, 21 m Brennweite) beobachtete ich zuerst am 5. März, nachmittags $5^h\ 30^m$ in Projektion eine ausgedehnte Fleckengruppe in besonders hoher heliocentrischer Breite, welche aus drei Hauptpartieen bestand. Zwei derselben waren mit gut ausgebildeten Höfen umgeben. Im ganzen zählte ich elf verschiedene Kernflecke. In etwas niedrigerer Breite war noch ein bedeutend kleinerer Fleck vorhanden, der schon am nächsten Tage, am 6. März, nahe am Sonnenrand war. Dieser bestand aus sechs kleinen Kernen, und nur zwei derselben waren von einem kleinen Hof umgeben. Am 6. März hatte sich der grössere höhere Fleck

bedeutend mehr ausgebildet, und waren im ganzen 32 Kerne zu unterscheiden. Am 11. März war der in niedriger Breite sichtbare Fleck schon auf der anderen Seite der Sonne und die grosse Fleckengruppe war schon in der Auflösung begriffen. Ich konnte nur noch 14 verschiedene Kerne zählen. Am 13. März stand auch die grössere Fleckengruppe fast ganz am Rande der Sonne, und waren schon wegen der perspektiven Verzerrung nur noch sechs verschiedene Kerne zu erkennen. Jedoch zeigten sich in der Umgebung Fackeln, die etwa den zehnfachen Betrag des Areals der Sonnenfleckengruppe selbst bedeckten. Wir hoffen, in der nächsten Nummer des „Weltall" die von mir gezeichneten Abbildungen dieser interessanten Fleckengruppen zu geben. Es ist durch sie wieder die Theorie, dass die erste grössere Sonnenfleckengruppe nach einem Minimum immer in hohen Breiten auftritt, sehr schön bestätigt worden. Ich habe gerade vor zwölf Jahren auch einen solchen Sonnenfleck in hoher Breite am 4. März 1890 auftreten sehen, der damals die fleckenlose Zeit beendigte. (Vergl. mein Schreiben an den Herausgeber der „Astron. Nachrichten", Bd. 124.)

F. S. Archenhold.



Unsere Beilage. „Ballonfahrt des Luftschiffers Blanchard von der Sternschanze zu Hamburg am 23. August 1786" stellt den zwanzigsten Aufstieg dieses berühmten Luftschiffers, der am 7. Januar 1785 von England nach Frankreich im Luftballon geflogen war, dar. Sein Ballon war von ungefähr 5000 Kubikfuss körperlichen Inhalts und ward innerhalb 2 Stunden mit brennbarer Luft aus Eisenfeil und Vitriolsäure angefüllt, wie es in alten Berichten heisst. In einer Höhe von circa 200 Fuss liess Blanchard einen kleinen Ballon fliegen und setzte zugleich einen Fallschirm aus, in dessen Korbe ein Hammel sich befand. Der Fallschirm, für dessen Erfinder Blanchard sich ausgegeben hatte, landete glücklich mit seinem Inhalte; der kleine Ballon flog bis Horn. Blanchard selbst liess sich nach einer halben Stunde bei der Oelmühle nieder und liess sich mit dem Ballon an einem Stricke nach der Sternschanze zurückziehen. Eine ungeheure Menschenmenge war versammelt, von denen einige eine Reise von 30 und mehr Meilen nicht gescheut hatten, u. a. mehrere fürstliche Personen.

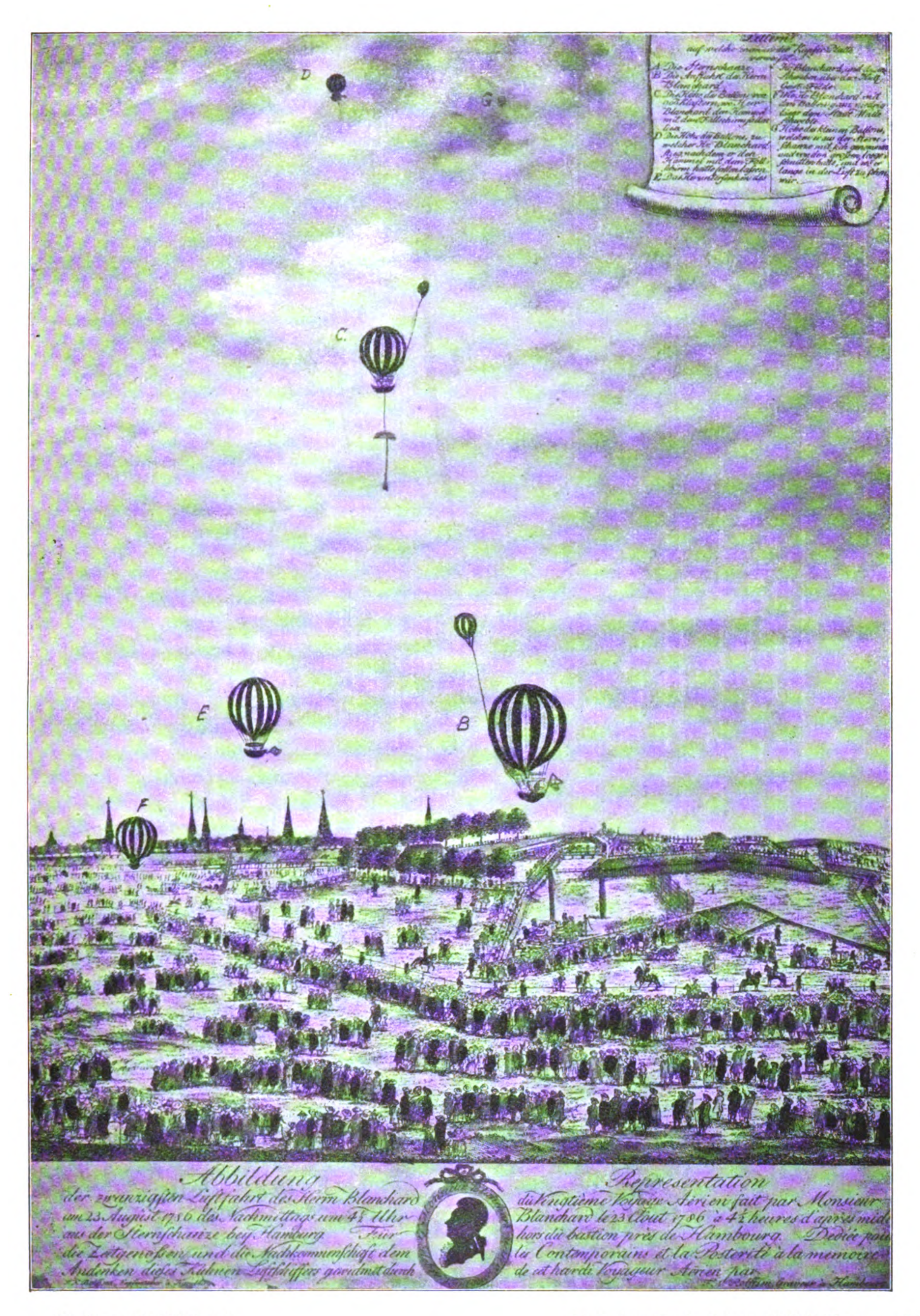
A zeigt uns die Lage der Sternschanze, *B* die Aussetzung eines kleinen Ballons, *C* den Moment, in dem Blanchard den Fallschirm mit dem Hammel aussetzt, *D* die Höhe des Ballons, zu welcher Blanchard stieg, nachdem er die Schnur mit dem Hammel und Fallschirm abgeschnitten hatte, *E* und *F* die verschiedenen Stellungen des Ballons beim Abstieg, *G* die Höhe des kleinen Ballons, welchen Blanchard kurz nach der Stellung in *C* abgeschnitten hatte und der noch lange in der Luft zu sehen war.

Das Original des Kupferstiches von F. N. Rolffsen befindet sich in der Hamburger Stadtbibliothek und ist in dem Werke „Hamburgs Vergangenheit und Gegenwart", eine Sammlung von Ansichten der hervorragendsten und historisch bekannten alten und neuen Hafen- und Quai-Anlagen, Schiffe, Plätze, Märkte, Strassen, Gebäude, Pläne, Typen, Trachten, Scenen u. s. w. Hamburgs vom elften Jahrhundert bis auf die Gegenwart, herausgegeben von I. C. W. Wendt & C. E. L. Kappelhof, abgebildet. (Verlag von Wendt & Co., Hamburg.) Der Bilderschatz, welcher in diesem Werke wiedergegeben ist, besitzt einen grossen historischen Wert und hat neben vielen Blättern der öffentlichen Bibliotheken und Sammlungen manches Blatt, welches in Privatbesitz war, der Vergessenheit entzogen.

* * *

Bemerkung zu „Weineks Mondstudien" Jg. 2. S. 124, Zeile 28 von oben. Herr Professor Spitaler, früher an der Prager Sternwarte mit andern Aufgaben beschäftigt, war speciell an der Bearbeitung des Mondatlasses nicht beteiligt.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.



Hamburger Stadtbibliothek. Nach einem Kupferstich von F. N. Rolffsen.

Ballonfahrt des Luftschiffers Blanchard von der Sternschanze zu Hamburg am 23. August 1786.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 13. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. **1902 April 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).
Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Teilungen und Lichtausbrüche bei Kometen.

Von A. Berberich.

Ihrem Aussehen nach unterscheiden sich bekanntlich die Kometen von den Planeten durch die den Hauptteil, den „Kopf“ bildende Nebel- oder Dunsthülle und durch die häufig auftretende Schweifentwickelung. Man kann aber nicht behaupten, dass diese Eigenschaften im Wesen der Kometen, in ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit allein begründet seien; sie könnten möglicherweise nur eine Folge der eigenartigen Form der Kometenbahnen sein. Viele dieser Weltkörper nähern sich aus unangebbaren Fernen der Sonne, umkreisen diese in raschem Fluge und enteilen dann wieder in die gleichen Tiefen des Raumes. Andere kommen in längeren oder kürzeren Zwischenzeiten wieder in ihre Sonnennähe, ihre Bahnen sind indessen ebenfalls sehr langgestreckt, sodass ein solcher Komet am äusseren Umkehrpunkte seines Laufes vielmal weiter von der Sonne entfernt ist als am inneren Wendepunkt. Dort befindet er sich im Zustand starker Abkühlung, hier dagegen unter der Einwirkung intensiver Bestrahlung durch die heisse Sonne. Ein solcher Wechsel könnte vielleicht auch an einem „Planeten“, der in eine ähnliche excentrische Bahn geworfen würde, gleiche Erscheinungen hervorrufen, wie wir sie an den Kometen beobachten, also in der Gegend der Sonnennähe heftige Dampfbildungen, welche zur Entwickelung einer ausgedehnten Nebelhülle und eines Nebelschweifes führen könnten. Nun ist freilich kein Fall einer so gewaltigen Umänderung einer Planetenbahn in Sicht. Dafür sind aber in neuerer Zeit Beispiele bekannt geworden, dass Kometenbahnen infolge der störenden Einwirkung der Planetenanziehung kreisähnlicher geworden sind, somit der normalen Form der Planetenbahnen sich genähert haben. Ein Beispiel ist der erste Tempel'sche Komet, dessen Bahnänderung durch folgende Zahlen veranschaulicht wird:

Jahr	Sonnenabstand		Verhältnisse der	
	kleinster	grösster	Sonnenabstände	Bestrahlung
1867	234 Mill. km	722 Mill. km	1 zu 3,08	9,5 zu 1
1873	265 - -	723 - -	1 - 2,72	7,4 - 1
1885	311 - -	735 - -	1 - 2,36	5,6 - 1
1898	314 - -	735 - -	1 - 2,34	5,5 - 1.



Die grösste Bestrahlung im Perihel ist seit 1867 auf die Hälfte herabgegangen. Ueber die Folgen dieser Aenderung lässt sich nur sagen, dass die Leuchtkraft des Kometen stark abgenommen hat, denn er ist seit 1879 nicht wiedergesehen worden. Die geringste Distanz von der Erde war ehemals 80 Mill. Kilometer, jetzt ist sie 160 Mill. Kilometer, also gerade doppelt so gross, weshalb die scheinbare Kometenhelligkeit für uns noch eine weitere Schwächung auf den vierten Teil, zusammen also auf ein Achtel des Lichtes im Jahre 1867 erfahren hat. Im Jahre 1905 soll der Komet wieder einmal in eine sehr günstige Stellung am Himmel gelangen; dann wird sich wohl zeigen, was aus ihm geworden ist.

Aehnlich verhält es sich mit dem Kometen de Vico von 1844, der trotz der kurzen Umlaufszeit von $5^1/_2$ Jahren erst 1894 zufällig von Edward Swift wiedergefunden worden ist. Hier ist das Verhältnis der Entfernungen in Sonnenferne und Sonnennähe von 4,25 im Jahre 1844 auf 3,67 im Jahre 1894 und weiter auf 3,13 in der Gegenwart herabgegangen. Entsprechend sank das Verhältnis der Bestrahlung durch die Sonne von 17,9 auf 13,5 und nunmehr auf 9,8. Die Bedingungen für die Sichtbarkeit des Kometen von der Erde aus. sind für den de Vico'schen Kometen noch viel ungünstiger geworden als für den Tempel'schen, statt 28 Mill. Kilometer (1844) ist die grösste Annäherung nun 100 Mill. Kilometer, im besten Falle erreicht die Helligkeit nur noch den 25. Teil der im Jahre 1844 stattgehabten, wo der Komet sogar dem unbewaffneten Auge sichtbar gewesen war. Damals scheint noch eine ungewöhnlich starke Lichtentwickelung aus unbekannten Ursachen eingetreten zu sein, wie sie seither in noch höherem Masse zweimal an einem Kometen, dem Holmes'schen, vorkam, dessen Bahn der Form nach jener des ersten Tempel'schen Komet sehr ähnlich ist. Von diesen Bahnen unterscheiden sich nur unerheblich die Bahnen einiger Planetoiden (namentlich No. 33 Polyhymnia, 164 Eva, 324 Bamberga), bei denen der grösste Abstand von der Sonne doppelt so gross ist als der kleinste, die Bestrahlung also im Verhältnis 4 zu 1 wechselt. An diesen Gestirnen hat man nichts von kometarischer Nebelentwickelung wahrgenommen und es muss sich am Tempel'schen Kometen zeigen, ob da jetzt auch die Nebelhülle schwindet.

Der eben erwähnte Holmes'sche Komet hat eine interessante Geschichte. Er muss schon seit langem „ungestört“ in seiner wenig excentrischen Bahn laufen und war immer unbemerkt geblieben, so auch bei seinem Periheldurchgang vom Jahre 1892, der auf den 13. Juni fiel. Er stand damals im Sternbild der Fische und durchlief in den folgenden Monaten langsam und mit wenig veränderter Helligkeit das Triangel und die Andromeda. Niemand sah ihn, obschon der Himmel sorgfältig nach Kometen durchforscht und obwohl in den Sommermonaten ein anderer Komet (der Swift'sche 1892 I) bei seinem Lauf durch Andromeda fleissig beobachtet wurde. Da wurde anfangs November die Entdeckung eines mit freiem Auge sichtbaren Kometen nahe beim grossen Andromedanebel telegraphisch gemeldet. Natürlich konnte Niemand vermuten, dass dieses plötzlich aufgetauchte Gestirn schon lange in jener Himmelsregion sich aufgehalten habe, man musste vielmehr annehmen, dass es infolge rascher Annäherung an die Erde seine grosse Helligkeit erlangt habe. Diese Annahme fand eine Stütze in in der scheinbaren Zunahme der Dimensionen des Kometennebels. So fand Denning am 9. Nov. den Durchmesser gleich 340″, am 16. Nov. gleich 630″ und am 19. Nov. gleich 870″, während Barnard für den 9. Nov. 337″, am 11. 397″, am 13. 582″, am 16. 600″ und am 21. 1200″ dafür fand.

Nun hätte im Herbst 1892 auch der berühmte Biela'sche Komet wiederkehren sollen, oder wenigstens an seiner Statt der grosse Sternschnuppenschwarm, mit dem die Erde 1872 und 1885 in Berührung gekommen war. Von der Erde aus gesehen mussten Komet und Schwarm in der Richtung des Sternbildes Andromeda stehen. Bei einer Unterredung im Oktober 1892 versprach Herr Archenhold, damals auf seinem kleinen Observatorium im Grunewald bei Berlin thätig, die betreffende Gegend photographisch aufnehmen zu wollen, und eine gleiche Zusage erhielt Verfasser von Herrn Prof. M. Wolf in Heidelberg unterm 18. Oktober. Ungünstige Witterung vereitelte die Ausführung dieser Absichten. Als aber nun thatsächlich in der Richtung, aus welcher der Komet „Biela" kommen sollte, und von der am 23. November auch wirklich ein äusserst reicher Sternschnuppenschwarm ausstrahlte — es erschienen im Maximum über hundert Meteore pro Minute — ein heller Komet stand, lag die Vermutung, dass es der Biela'sche sei, selbstverständlich am nächsten. Wider Erwarten stellte sich schon nach wenigen Tagen heraus, dass der Komet von der Erde sehr weit entfernt war (220 Mill. Kilometer) und dass der Abstand täglich um über 200 000 km wuchs. Daraus folgte ferner, dass der wahre Durchmesser des Kometennebels im Zunehmen begriffen war, dass er sich von anfänglich 300 000 km auf 2 Mill. Kilometer ausdehnte. Diese Grössenzunahme in Verbindung mit der Unsichtbarkeit des Kometen vor dem Monat November deutete auf ein ungewöhnliches Ereignis hin. Die Art, wie sich dieses abgespielt hatte, sollte man bald erfahren, wenn auch der eigentliche Vorgang bis jetzt noch rätselhaft geblieben ist. Während der Zunahme des Durchmessers war der Komet immer mehr abgeblasst, so dass man ihn nur noch schwierig beobachten konnte. Anfangs Januar 1893 wurde er schon von einem Stern 10. Grösse völlig überstrahlt. Am 16. Januar suchten verschiedene Astronomen den Kometen wieder auf, fanden jedoch nichts mehr von dem grossen, matten Nebelfleck. Es fiel ihnen dagegen am Kometenort ein verwaschen aussehender Stern 8. Grösse auf, und erst nach einiger Zeit mussten sie zu ihrem Staunen erkennen, dass sie den seit dem vorigen Tage gänzlich veränderten Holmes'schen Kometen wirklich vor sich hatten. Nun wiederholte sich der Vorgang vom November. Am 16. Januar war nach den Messungen des Herrn Kobold in Strassburg der Durchmesser der Nebelhülle 41″, am 17. Januar 56″, am 19. Januar 78″, am 28. Januar 90″, am 4. Februar ungefähr 180″; der Nebel zerstreute sich also wieder unter gleichzeitigem Verblassen. Am 9. und 10. März war der Komet schon äusserst schwach geworden und am 6. April konnte mit grösster Anstrengung des Auges am Strassburger 18-Zöller noch eben ein ganz matter Lichtschimmer wahrgenommen werden. Den Kobold'schen Zahlen ganz ähnlich sind die Barnard'schen: 16. Januar Zunahme von 29″ bis 44″, 17. Januar 46″, 18. Januar 89″, 19. Januar 121″, 20. Januar 136″. Auf die Bewegung des Kometen hatte dieser zweite Lichtausbruch gar keinen Einfluss gehabt, jedenfalls daher auch der erste nicht. Es liegen also innere Ereignisse vor und das Aufleuchten ist nicht etwa die Folge eines Zusammenstosses des Kometen mit einem fremden Körper, z. B. einem Planetoiden, wie gewisse Leute vermutet haben. Wie schon oben gesagt, ist die Bahn des Holmes'schen Kometen nur wenig stärker excentrisch, als die am meisten excentrische Planetenbahn (164 Eva). Die Umlaufszeit ergab sich zu 6 Jahren 11 Monaten, so dass der Komet schon in den Jahren 1885, 1878 und 1871 in sehr günstiger Stellung hätte gesehen werden müssen, wenn er auch nur einigermassen hell gewesen wäre oder überhaupt das Aussehen eines

Kometen besessen hätte. Der Rechnung entsprechend ist der Komet im Jahre 1899 wiedergekehrt, ist aber nur am Riesenfernrohr der Licksternwarte als schwaches Nebelchen beobachtet worden. Von 16. Grösse im Juni hellte er sich bis zur 14. Grösse im Oktober auf, um dann wieder zu verblassen. Sein Durchmesser war anfänglich 30″, zuletzt 10″ bis 15″. Ein eigentlicher Kern war nicht zu sehen, sondern nur eine Verdichtung in der Mitte. Im Jahre 1892 und 1893 war der Kern zur Zeit des Aufleuchtens bisweilen sehr deutlich. Jedenfalls müsste ein etwa vorhandener fester Kern sehr kleine Dimensionen besitzen, einen Durchmesser von nur wenigen Kilometern. Wie kann ein so winziges Körperchen ein so starkes Aufglühen der es umhüllenden Dämpfe verursachen? Nach Ausweis des Spektrums war das Leuchten verschieden von dem gewöhnlichen Kometenlicht, das anscheinend von elektrischen Entladungen in sehr dünnen Gasen erzeugt ist und helle Spektrallinien liefert; solche fehlten beim Holmes'schen Kometen gänzlich. Wäre es nur zurückgestrahltes Sonnenlicht, dann hätten die Dämpfe der Nebelhülle nach dem Aufleuchten sehr dicht sein müssen, sie hätten eine nicht geringe Masse besessen, die zuvor im winzigen Kern verborgen gewesen wäre. Auch hier also Widersprüche! Beobachtungen an künftigen Erscheinungen ähnlicher Art dürften mit der Zeit die gewünschte Aufklärung bringen.

Uebrigens steht das Aufleuchten des Holmes'schen Kometen nicht vereinzelt da. Als sich der in 72jähriger Periode die Sonne umkreisende Komet Pons von 1812 wieder der Sonne näherte, bemerkte man im Oktober 1883 und später noch mehrmals eine vorübergehende sehr bedeutende Helligkeitszunahme. Noch grösseres Aufsehen erregte eine solche Erscheinung am Kometen 1888 I, der am 18. Februar von Sawerthal auf der Kapsternwarte mit freiem Auge entdeckt worden war. Im März wurde der Komet infolge seines nach Norden gerichteten Laufes auch bei uns sichtbar, sein Kopf war 4. Grösse, sein Schweif gegen 2° lang. Allmählich nahm die Helligkeit ab, und am 19. Mai glich der Kern des Kometen den Sternen 9. bis 10. Grösse. „Am 21. Mai erwartete ich," schreibt Herr Prof. J. Franz aus Königsberg, „wegen des zunehmenden Mondscheins den Kometen recht schwach zu finden und kaum beobachten zu können, und war erstaunt, als ich einen hellen Stern von einem Nebel umgeben fand. Anfangs glaubte ich, der Komet bedecke einen Fixstern, doch fehlte der Stern auf der Bonner Karte. Es war also der Komet selbst." Der Kern hatte die Helligkeit der Sterne 6. Grösse erreicht, leuchtete also etwa zwanzigmal stärker als zwei Tage zuvor. Anfangs Juni zog der Komet nahe beim Andromedanebel vorüber und erschien in wenig vergrösserndem Fernrohr am 2. heller, am 8. bedeutend schwächer als dieser. Die Lichtabnahme dauerte bis zum völligen Verschwinden des Gestirns im August fort, der Lichtausbruch wiederholte sich nicht mehr.

Eine andere Eigentümlichkeit hatte der Kern des Kometen Sawerthal noch aufzuweisen. Er bot, wie Cruls in Rio schrieb, im März das Schauspiel einer Teilung in drei leuchtende Verdichtungen dar. Auch im April wurde noch von verschiedenen Beobachtern der Kern doppelt gesehen. Baron v. Engelhardt (Dresden) beschreibt den Hauptkern als scheibenförmig, den Nebenkern als sternartig, beide standen am 15. April 6″ von einander entfernt (über 6000 km); Ende März war die Distanz halb so gross.

Merkwürdigerweise hatte auch der grosse Komet 1892 I, der in ganz ähnlicher Bahn einhergeht wie der Komet Sawerthal, ebenfalls einen doppelten Kern, doch trat der Nebenkern nur selten und dann blos als sehr schwaches Sternchen

hervor; er wurde von Herrn Dr. Schorr in Hamburg und Herrn Renz in Pulkowa beobachtet. Dieser Komet zeichnete sich durch seinen verästelten Schweif aus, der anscheinend um seine Längsachse rotierte. Während einiger Tage im April war in dem Schweif eine auffällige Verdichtung vorhanden, die sich mit schnell zunehmender Geschwindigkeit vom Kerne entfernte.

Eine ähnliche Rotation des Schweifes verraten die photographischen Aufnahmen des Kometen 1899 I, der in seiner grössten Helligkeit den Sternen 3. Grösse gleich kam. Am Kerne beobachtete Perrine mit dem grossen Lickfernrohr am 7. Mai ein kleines nebliges Anhängsel, das sich nach einigen Tagen zu einem zweiten Kern verdichtete. In den folgenden drei Wochen waren beide Kerne unter Zunahme ihres Abstandes immer schwächer geworden bis zur Unsichtbarkeit des Nebenkerns. Im Juni zeigte sich wiederum beim Hauptkern eine längliche Verdichtung, die ähnliche Veränderungen erfuhr wie die vom Mai. Zugleich war aber am 4. Juni der Hauptkern, der Ende Mai nur noch 10. Grösse war, wieder bis zur 8,5. Grösse aufgeleuchtet, die Gesamthelligkeit des ganzen Kometen war von der 6. auf die 5. Grösse gestiegen. Der Nebenkern vom Mai war auch von Prof. Barnard auf der Yerkes-Sternwarte, sowie von Herrn Archenhold am grossen Treptowfernrohr beobachtet worden.

Es erscheint nach den Erfahrungen an den letztgenannten Kometen nicht ausgeschlossen, dass das Vorhandensein eines Nebenkerns die Entstehung ungewöhnlicher Lichtausbrüche begünstigt. In dieser Beziehung verdient deshalb auch eine Beschreibung des Aussehens des Holmes'schen Kometen erwähnt zu werden, die der erfahrene englische Beobachter W. F. Denning geliefert hat. Derselbe sah den Kometen am 11. Februar 1893 im gleichen Gesichtsfeld wie den Stern β Triangel, und fand ihn recht deutlich. Der Kern oder der hellere Teil des Kopfes zeigte deutlich eine körnige Beschaffenheit. Bei Anwendung von 145facher Vergrösserung sah Denning, dass dieser „Kern" thatsächlich aus vielen sehr kleinen Nebelknoten von fast vollkommen sternartiger Schärfe bestand. Man hätte daher das Ganze sehr wohl für einen jener äusserst schwachen, eben auflösbaren Sternhaufen halten können, deren einzelne Glieder man gerade noch aufblitzen sieht. Ein schwacher Nebel umhüllte diesen „vielfachen Kern", von dem ein spitz zulaufender matter Schweif nach Nordosten verlief. Vielleicht war auch noch ein breiterer fächerförmiger Schweif vorhanden, den man indes nur ahnen, aber nicht mit Gewissheit sehen konnte.

Man braucht übrigens nur die Schilderungen des durch seine Zerteilung berühmt gewordenen Biela'schen Doppelkometen nachzulesen, um Beispiele ungewöhnlicher Lichtentwickelungen zu haben. Im Januar 1846 war von den beiden Kometen der südöstlich stehende der hellere, im Februar hatte der andere an Lichtstärke so zugenommen, dass er jenen übertraf, indessen nur auf kurze Zeit, denn bald war er wieder schwächer geworden. Im Jahre 1852 wurden ähnliche Lichtschwankungen beobachtet, so dass man nicht imstande war, aus dem Aussehen oder der Helligkeit die Teile von 1852 mit jenen von 1846 einzeln zu identifizieren. Dies gelang erst, wie im Weltall I, 127 erwähnt ist, Herrn v. Hepperger mit Hilfe seiner gründlichen Bahnberechnung.

Ein Seitenstück zum Biela'schen Kometen ist der am 6. Juli 1889 von Brooks entdeckte kurzperiodische Komet 1889 V. Am 1. August fand Barnard neben diesem Gestirn einen schwachen kleinen Begleiter und einen helleren sah er in viermal grösserem Abstande. In den nächsten Tagen wurden noch zwei oder drei Nebenkometen aufgefunden, sie konnten indes nicht länger ver-

folgt werden, wogegen der erste Begleiter (B) bis in den Oktober, der zweite (C) bis 25. November beobachtet worden ist. Merkwürdig sind die Veränderungen, die diese Objekte erfahren haben. Erst war Komet B klein, mässig hell und besass einen deutlichen Kern, er begann aber bald sich auszudehnen, wobei er immer matter und verwaschener wurde; gleichzeitig löste sich auch die centrale Verdichtung auf. Ende Oktober konnte Spitaler in Wien am 27-Zöller nur noch mit Mühe ein schwaches Nebelchen mit bisweilen aufblitzendem Kernpunkte sehen. Dieselbe Entwickelung machte der Komet C durch. Anfangs wuchs seine Helligkeit derart an, dass er gegen Schluss des Augusts den Hauptkometen übertraf, nachher aber wurde er immer schwächer und wurde am 25. November zum letzten Male im 36zöll. Lickrefraktor gesehen. Der Hauptkomet konnte dagegen mit diesem Fernrohre noch bis zum 12. Januar 1891 beobachtet werden, so dass seine Sichtbarkeitsdauer mit 555 Tagen der des gewaltigen Kometen von 1811 gleichkommt. Im Jahre 1896 ist der Komet der Rechnung entsprechend wiedergekehrt und ist 250 Tage hindurch beobachtet worden; von den Begleitern wurde keine Spur gefunden.

In allen diesen Fällen war es unmöglich, einen Grund für die beobachteten Lichtausbrüche und Helligkeitsänderungen der Kometen aufzufinden. Wir können nur vermuten, dass während der Annäherung dieser Körper an die Sonne Spannungen, sei es im etwa vorhandenen festen Kern oder in der Dampfhülle, der „Koma“, sich entwickeln, deren Auslösung mehr oder weniger rasch vor sich geht. Schon die Erwärmung der von der Sonne bestrahlten Seite erzeugt eine Spannung, abgesehen von allen dazu kommenden elektrischen Einwirkungen. Dann scheint aber noch ein anderer Umstand nicht ohne Bedeutung zu sein. Wenn sich ein Körper in einer stark excentrischen Bahn der Sonne nähert, so wird seine Geschwindigkeit fortwährend beschleunigt. Der vorangehende Teil des Körpers erfährt, weil er der Sonne etwas näher ist, eine stärkere Beschleunigung als der nachfolgende. Es wirkt also eine Zugkraft, die den Körper in der Richtung der Bewegung zu verlängern strebt. Jeder Körper giebt einer solchen Kraft nach, aber nur bis zu einer gewissen Grenze, ein fester wenig, ein flüssiger mehr. Die ganze Erscheinung entspricht den Gezeiten von Ebbe und Flut. Bei einem sehr kleinen festen Körper ist die innere Anziehung, die Eigenschwere, minimal; ist der innere Zusammenhang der Teile, die Cohäsion, noch durch die starke Erhitzung gelockert, so vermag jene Zugkraft unter besonderen Umständen, bei sehr grosser Annäherung an die Sonne, den Körper auseinander zu reissen. Ist der Körper gar flüssig oder besteht er aus einer Ansammlung kleiner fester Teile, so wird die Auflockerung und Zerstreuung der Teile um so leichter erfolgen können. Der im September 1882 der Sonne äusserst nahe gekommene grosse Komet 1882 II zeigte kurz darauf eine starke Dehnung des Kerns, der sodann in fünf Einzelkerne sich trennte. Beim Kometen Brooks 1889 V ergab Bredichin's Rechnung, dass die Bahnen der Begleitkometen mit der des Hauptkometen nahe am sonnenfernsten Punkte zusammenlaufen. Als die Kometenschar im April 1886 jene Gegend passierte, begegnete sie dem Jupiter und zwar im Abstand von höchstens einem Halbmesser des Planeten. Vielleicht hat sie sogar dessen Oberfläche gestreift. Man darf wohl schliessen, dass damals die von dem riesigen Jupiter ausgeübte Zugkraft die Zerteilung des Kometen, die Lostrennung der Massen bewirkt hat, welche 1889 als Begleiter des Hauptkometen gesehen worden sind.

Zur weiteren Verfolgung dieser und ähnlicher Annahmen fehlen einstweilen noch die sicheren Grundlagen. In der Erforschung der Kometen bestehen noch grosse Lücken, zumal da die Beobachtung der einzelnen Körper dieser Art sich fast stets nur auf Wochen oder Monate beschränkt — dann sind sie unseren Blicken wieder entschwunden —, und weil die öfter wiederkehrenden periodischen Kometen meist sehr klein und für eine nähere, etwa spektroskopische Untersuchung ihres Lichtes und dessen Aenderungen zu schwach sind.



Präcisionsmessungen mit Hülfe der Wellenlänge des Lichts.

(Fortsetzung.)

Von Prof. Dr. E. Gumlich.

2. Auswertung des Normalmeters in Wellenlängen des Lichts durch Alb. A. Michelson.

Bekanntlich dient als Einheit für die Längenmessung der als der zehnmillionste Teil des Erdquadranten definierte Meterstab aus Platin, der im Bureau des Archives zu Paris sorgfältigst aufbewahrt wird. Von diesem Urnormal ist durch Vermittelung des *Bureau International des poids et mesures* zu Bréteuil für die verschiedenen Staaten eine grössere Anzahl von Kopien mit äusserster Sorgfalt hergestellt und verglichen worden, sodass nach menschlichem Ermessen die Grundlage des metrischen Systems auch dann nicht erschüttert werden würde, wenn beispielsweise das Urnormal zu Paris irgend einem elementaren Ereignis zum Opfer fallen sollte.

Ob nun aber diese Kopien, ebenso wie das Urnormal selbst, auf die Dauer vollständig unverändert bleiben werden, darüber lässt sich mit absoluter Gewissheit selbstverständlich nichts aussagen, und es würde späterhin auch die oben genannte Beziehung zur Länge des Erdquadranten keinen sicheren Aufschluss darüber zu geben vermögen; denn einmal ist es ja keineswegs ausgeschlossen, dass auch die Länge des Erdquadranten sich mit der Zeit etwas ändert, und selbst, wenn das nicht der Fall wäre, würden doch wiederholte Messungen dieser Länge mit zunehmender Genauigkeit der Messmethode immer etwas andere Werte liefern. In diesem Sinne ist also auch das Urnormal zu Paris absolut genommen nicht reproduzierbar. Es ist daher von hohem Wert, dass es Michelson im letzten Jahrzehnt gelang, die Beziehung zwischen der Länge des Normalmeters und derjenigen einer wohl unzweifelhaft unveränderlichen physikalischen Grösse festzulegen, nämlich der Wellenlänge des Lichts.

Wie gross die bei der Lösung dieser Aufgabe zu überwindenden Schwierigkeiten waren, lässt sich wohl ohne Weiteres schon aus folgenden Thatsachen erkennen: Nicht jede Lichtart eignet sich zu diesen Messungen, denn das Licht muss streng monochromatisch sein, es darf also nur Wellen von einer einzigen, ganz bestimmten Länge aussenden, und diese Bedingung ist nach Michelsons Untersuchungen vollkommen nur bei der roten Kadmiumlinie erfüllt, aber auch die grüne und die blaue Kadmiumlinie sind für den vorliegenden Zweck noch verwendbar; diese drei Linien allein konnten also in Betracht kommen. Sodann entspricht die Länge einer Lichtwelle rund einem halben Tausendstel eines Milli-

meters; es kommen also auf die Länge eines Meters rund zwei Millionen Wellenlängen, die bis auf Bruchteile einer Einheit bestimmt werden sollten. Schliesslich hängt aber auch die Wellenlänge des Lichts in der Luft in beträchtlichem Masse ab von der durch die Temperatur und den Druck (Barometerstand) beeinflussten Dichte der Luft, so dass die sämtlichen Messungen, die natürlich lange Zeit in Anspruch nahmen, auf eine bestimmte Temperatur (15° C.) und einen bestimmten Druck (760 mm Quecksilber) reduziert werden mussten, wobei erhebliche Fehler nur unter Anwendung der grössten Vorsichtsmassregeln vermieden werden konnten.

In Folgendem soll nun kurz das Prinzip angegeben werden, nach welchem diese Auswertung des Meters in Wellenlängen des Lichts durchgeführt wurde.

Schon oben bei der Besprechung des Fizeau'schen Dilatometers ist darauf hingewiesen worden, dass bei der Reflexion monochromatischen Lichtes an zwei nahen, sehr wenig gegen einander geneigten Ebenen Interferenzstreifen entstehen, deren Lage sich mit dem Abstand der Ebenen ändert. Sind die beiden Ebenen einander parallel, dann treten die Interferenzen bei Anwendung einer ausgedehnteren Lichtquelle in Gestalt von konzentrischen Ringen auf, die ursprünglich von Haidinger entdeckt und später von Mascart und von Lummer genauer untersucht wurden. Gerade diese Interferenzerscheinungen, die beim Kadmiumlicht noch bei einem Abstand der reflektierenden Ebenen von mehreren hunderttausend Wellenlängen deutlich erscheinen, eigneten sich in hervorragendem Masse für die vorliegenden Untersuchungen.

Eine schematische Darstellung der von Michelson verwendeten Anordnung des Strahlengangs giebt beistehende Figur 6*). Darin bedeuten *A* und *B* zwei gleich dicke, planparallele Glasplatten, von denen die Platte *A* auf der der Lichtquelle *S* zugewendeten Seite schwach versilbert ist; *C* und *D* sind zwei genau ebene, senkrecht zu den Strahlen *BC* und *AD* gerichtete Spiegel. Fällt nun Licht von der Lichtquelle *S* auf die unter 45° geneigte Platte *A*, so wird ein Teil des Lichtes reflektiert, durchsetzt die Platte *B*, wird an *C* reflektiert und gelangt durch *B* und *A* in das Auge des Beobachters bei *E*, während der andere Teil durch die Platte *A* hindurchtritt, nach Reflexion an *D* die Platte *A* nochmals durchsetzt, an deren Silberbelag eine abermalige Reflexion erleidet und schliesslich ebenfalls das Auge bei *E* trifft. Nur dann, wenn die Spiegel *C* und *D* genau gleich weit vom Punkte *A* entfernt und nur sehr wenig gegen einander geneigt sind, also der eine gewissermassen das Spiegelbild des anderen in Bezug auf die reflektierende Silberschicht bei *A* darstellt, sieht das Auge auch farbige Interferenzstreifen, wenn die Lichtquelle aus weissem Licht besteht; umgekehrt also kann auch das Auftreten der Interferenzerscheinung bei weissem Licht als Kriterium dafür gelten, dass thatsächlich beide reflektierenden Ebenen die gewünschte spiegelbildliche Lage haben, während bei einigermassen ungleichem Abstand die Erscheinung sofort verschwindet. Es entspricht also das Auftreten der Erscheinung dem Fall, dass direkt über einander befindliche Platten sich gerade berühren.

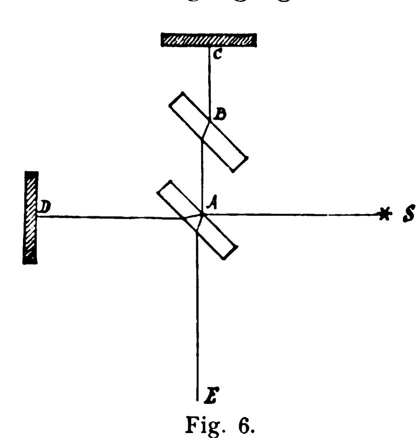


Fig. 6.

*) Die Fig. 6, 7, 8, sind dem 11. Band der *Travaux et mémoires du Bureau International des poids et mesures* entnommen.

Dagegen ist bei Anwendung von monochromatischem Licht und vollkommenem Parallelismus der Spiegel das Zustandekommen der Interferenzen keineswegs an die Gleichheit der Strecken AC und AD gebunden. Denken wir uns beispielsweise den Spiegel D um $^1/_4$ Wellenlänge nach rückwärts bewegt, so wird nunmehr der Gangunterschied des Lichtes an einer bestimmten Stelle der Ringfigur eine halbe Wellenlänge mehr betragen als vorher; es wird somit da, wo vorher ein dunkler Ring lag, nunmehr ein heller liegen; ist der Abstand der Platten um eine halbe Wellenlänge gewachsen, so wird wieder ein dunkler Ring da erscheinen, wo vorher ein dunkler war, und so fort. Zählt man also während der Bewegung des Spiegels D, die selbstverständlich durch eine sehr fein gearbeitete Schraube erfolgen muss, die Anzahl von Streifen ab, welche an einer Marke des Gesichtsfeldes vorübergewandert sind, so kann man daraus direkt die Verschiebung des Spiegels in Wellenlängen des Lichts angeben.

Nun denke man sich einmal zwischen den Spiegel C und die Platte B einen Meterstab LM (Fig. 7) gebracht, der an dem vorderen Ende M einen ebenen Spiegel m trägt, während an dem hinteren Ende, genau parallel zum ersten, ein ebensolcher l angebracht sei, so dass also der Abstand der beiden vorderen Spiegelflächen wieder genau ein Meter beträgt. Der Meterstab möge ein ganz klein wenig schief liegen, so dass seine Spiegel mit dem Spiegel C einen sehr kleinen Winkel einschliessen; dann würde man den Spiegel D zunächst in eine solche Lage bringen können, dass sein Abstand vom Punkt A gleich dem Abstand der Vorderfläche des Spiegels m von A ist, was sich durch das Auftreten der Interferenzen im weissen Licht kontrollieren liesse. Hierauf würde man den Spiegel D unter Beleuchtung mit monochromatischem Licht rückwärts bewegen und die vorbeiwandernden Streifen des zwischen C und D auftretenden Interferenzringsystems zählen, so lange, bis schliesslich bei Anwendung von weissem Licht wieder die Interferenzerscheinung zwischen D und der Vorderseite des Spiegels l auftritt. Dann wäre offenbar der Spiegel D gerade um einen Meter zurückbewegt worden, und zwar hätte man gleichzeitig auch die Anzahl von Wellenlängen der verwendeten Lichtart abgezählt, die auf dieser Strecke liegen, die Aufgabe wäre also im Prinzip gelöst.

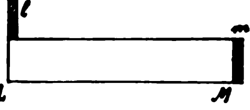


Fig. 7.

Dies ist nun, abgesehen von manchen anderen Gründen, in dieser Form schon deshalb nicht möglich, weil die Interferenzerscheinung auch mit Cadmiumlicht bei so hohen Gangunterschieden nicht mehr sichtbar ist. Michelson half sich daher auf folgende Weise:

Er stellte in der in Fig. 7 angedeuteten Form 10 verschiedene Hülfsmassstäbe von 100 mm, 50 mm, 25 mm, 12,5 mm . . . . . 0,39 mm Länge her, so dass jeder längere Massstab möglichst genau die doppelte Länge des nächstfolgenden kürzeren besass; selbstverständlich waren die an den beiden Enden befindlichen Spiegelplatten mit feinen Justirvorrichtungen versehen. Nur der kleinste dieser Hülfsmassstäbe wurde nach der oben angegebenen Methode direkt in Wellenlängen des Cadmiumlichtes ausgewertet, und zwar gelang es dabei, nicht nur die ganzen, sondern auch die Bruchteile der Wellenlängen mittels eines hier nicht näher zu beschreibenden Compensationsverfahrens, bei welchem die Neigung der Platte B (Fig. 6) eine wesentliche Rolle spielt, bis auf wenige Hundertstel genau zu bestimmen.

Sodann wurde die Länge des zweiten Hülfsmassstabes von 0,78 mm mit derjenigen des ersten optisch verglichen, nnd zwar auf folgende Weise: An der

Stelle, wo sich in Fig. 6 der Spiegel C befindet, wurden beide Hülfsmassstäbe in der in Fig. 8 (a) angedeuteten Weise gelagert, so dass die beiden reflektierenden Vorderflächen A' und A'' genau in eine Ebene fielen; dies konnte mit Hülfe des Spiegels D (Fig. 6) bei Anwendung von weissem Licht leicht kontrolliert werden. Hierauf wurde der Spiegel D so lange verschoben, bis er mit der Fläche B' in eine spiegelbildliche Lage kam. Darauf wurde der Hülfsmasstab I verschoben, bis die Fläche A' an Stelle der Fläche B' lag (Fig. 8 b), und schliesslich folgte wieder eine Verschiebung des Spiegels D, bis seine Ebene spiegelbildlich mit der Ebene B' des Massstabes I zusammenfiel. Auf diese Weise war also der Massstab I genau um seine eigene Länge verschoben worden.

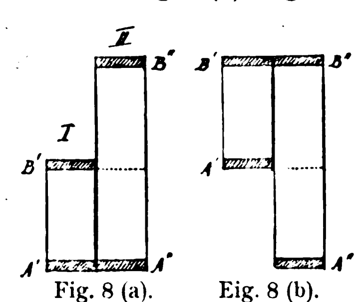


Fig. 8 (a). Eig. 8 (b).

Wäre nun der Massstab II gerade doppelt so lang, als I, so müssten nunmehr auch die Flächen B' und B'' genau in eine Ebene fallen, d. h. die zwischen dem Spiegel D und B' auftretenden Interferenzen im weissen Licht müssten auch zwischen D und B'' zum Vorschein kommen. Dies war nun zwar im Allgemeinen nicht der Fall, aber die nur wenige Wellenlängen betragende Differenz konnte doch optisch genau ausgewertet werden, so dass nunmehr auch die Länge des Massstabes II in Wellenlängen des Cadmiumlichtes bekannt war. In derselben Weise wurde dann mit dem Massstab II auch der doppelt so lange Massstab III verglichen, und so fort bis zum Massstab X von 100 mm Länge.

Neben diesem Massstab X, welcher am vorderen Ende eine feine Strichmarke trug, wurde nun der eigentlich auszumessende Meterstab so gelagert, dass dessen Nullstrich mit der Strichmarke des Massstabes X möglichst genau zusammenfiel, was durch mikroskopische Ablesungen kontrolliert werden konnte. Sodann wurde der Massstab X in der oben beschriebenen Weise zehn Mal um seine eigene Länge verschoben; dann musste, wenn die Länge des Massstabs X genau den zehnten Teil der Länge des Normalmeters betrug, auch die Strichmarke von X mit dem Endstrich des Meters zusammenfallen. Dies war zwar wieder nicht genau der Fall, aber die geringe noch verbleibende Differenz konnte mit dem Mikroskop scharf bestimmt und in Wellenlängen umgerechnet werden.

Auf diese Weise fand Michelson für die Länge des Normalmeters in

rotem	Cadmiumlicht	1 553 163,5	Wellenlängen
grünem	„	1 966 249,7	„
blauem	„	2 083 372,1	„

Umgekehrt ergaben sich hieraus für die Wellenlängen der benützten drei Lichtarten die Werte

$$\lambda_R = 0{,}00064384722 \text{ mm}$$
$$\lambda_{Gr} = 0{,}00050858240 \text{ „}$$
$$\lambda_{Bl} = 0{,}00047999107 \text{ „}$$

Die gesammte Unsicherheit der Messung beträgt nur einige Einheiten der vorletzten Decimale.

(Fortsetzung folgt.)





Die Temperatur an der Sonnenoberfläche und auf Fixsternen. Zur Ermittelung der Temperatur der Sonne scheint die Messung ihrer Wärmestrahlung der einfachste Weg zu sein. In Wirklichkeit sind jedoch viele bedeutende Hindernisse zu überwinden und mancherlei Nebenfrage zu lösen, bevor jenes Ziel zu erreichen ist. Zunächst muss der Begriff der Temperatur genau festgestellt werden. Wie jedermann aus dem täglichen Leben weiss, können verschiedene Gegenstände auf gleiche Temperatur erhitzt sein, strahlen aber die Wärme in sehr ungleichem Grade aus — z. B. ein eiserner und ein Kachelofen. Man rechnet deswegen so, als ob die Sonne ein „absolut schwarzer" Körper wäre, d. h. ein solcher, der alle ihn treffenden Strahlen verschluckt (und keine durchlässt); denn für einen solchen Körper ist zwischen Temperatur und Strahlung das einfache, zuerst von Stefan entdeckte Gesetz giltig, dass nämlich die Strahlung der vierten Potenz der vom absoluten Nullpunkt an gezählten Temperatur proportional ist. — Nun lässt sich aber die Sonnenstrahlung erst messen, nachdem sie bei ihrem Durchgang durch die Luft erheblich geschwächt worden ist. Verschiedene Untersuchungen waren nötig und sind auch schon zur Ausführung gekommen, um den Betrag dieser Schwächung wenigstens annähernd zu bestimmen. Doch bleibt hier noch immer ein ziemlich weiter Spielraum offen, und es lässt sich nicht mit Gewissheit sagen, ob die Sonnenstrahlung an der Grenze der Erdatmosphäre um ein Drittel, die Hälfte oder um zwei Drittel intensiver ist, als am Grunde des Luftmeeres. Eine ähnliche Unsicherheit wird in die Rechnung eingeführt durch die Absorption, welche die Atmosphäre der Sonne selbst auf die Strahlung der Sonnenoberfläche ausübt. Aber gerade weil nach dem Stefan'schen Gesetze schon einer mässigen Temperatursteigerung eine sehr starke Zunahme der Strahlung entspricht, macht umgekehrt auch eine ziemlich grosse Unsicherheit im angenommenen Werte der Sonnenstrahlung nur wenig auf die zu berechnende Höhe der Sonnentemperatur aus. Setzt man erstere auf den doppelten Betrag hinauf, so steigt letztere nur um ein Fünftel und eine Verdoppelung der Temperaturhöhe würde eine 16fach vergrösserte Strahlung bedeuten.

Vor einigen Jahren hat Herr J. Scheiner in Potsdam aus den besten vorhandenen Messungen der Sonnenstrahlung die Temperatur an der Oberfläche dieses Weltkörpers zu 7500° C. berechnet. Kürzlich hat nun Herr W. E. Wilson (Dublin) in den Verhandlungen der Royal Society in London die Ergebnisse einer neuen Bestimmung dieser Temperatur veröffentlicht, die er gleich 6600° C. gefunden hat.

Ein anderes Mittel zur ungefähren Schätzung der Temperatur der Sonne wie auch der Fixsterne wurde zuerst von J. N. Lockyer im wechselnden Aussehen gewisser Spectrallinien erkannt. Wie später Herr Scheiner gezeigt hat, eignen sich besonders einige Magnesiumlinien zu solchen Schätzungen. Er gelangte zu dem Schlusse, dass auf Sternen vom I. Spectraltypus die Temperaturen ungefähr der des Funkens der Leidener Flasche entsprechen (gegen 15 000°), während bei den Sternen vom III. Typus die Temperatur der des elektrischen Bogens ähnlich sein dürfte (3000° bis 4000°); auf der Sonne und den zum II. Typus gehörenden Sternen würde ein mittlerer Zustand herrschen, der auch in den oben angeführten Resultaten von Scheiner und Wilson sich ausspricht.

Auf einer anderen Grundlage fussend, nämlich auf dem Gesetze, dass die Wellenlänge des Intensitätsmaximums in einem Spectrum — alle Spectralgebiete, nicht blos die dem Auge wahrnehmbaren, zusammengefasst — umgekehrt proportional ist der Temperatur des betreffenden leuchtenden Körpers, haben vor sieben Jahren Herr Paschen sowie jetzt (Astron. Nachr. No. 3770) Herr Harkányi die relativen Temperaturen auf der Sonne und einigen Sternen bestimmt. Herr Paschen bekam für die Sonnentemperatur den Wert 5130° C. Herr Harkányi stellt folgende Tabelle auf:

Lichtquelle	Temperaturgrenzen	Lichtquelle	Temperaturgrenzen
Sirius (I. Typus)	5700 bis 6400°	Aldebaran (III. Typus)	2550 bis 2850°
Wega (I. Typus)	5700 - 6400 -	Beteigeuze (III. Typus)	2800 - 3150 -
Arktur (II.—III. T.)	2450 - 2700 -	Sonne . (II. Typus)	4850 - 5450 -

Die Zahlen würden grösser ausfallen, wenn noch die Schwächung der Sternstrahlung in der Luft in Rechnung gestellt würde; sie steigen z. B. für Sirius auf 7000° bis 8000°. Man sieht aber zur Genüge, wie die Sterne vom I. Typus weit heisser sind an ihren Oberflächen als die des III. Typus und, dass die Sonne einem Uebergangstypus angehört.

A. B.

* * *

Sonnenflecken in hohen heliographischen Breiten, weit nördlich oder südlich vom Sonnenäquator, sind als seltene Ausnahmen zu betrachten. Herr J. Guillaume in Lyon, der seit vielen Jahren regelmässig die Sonne beobachtet, hat seit dem letzten Fleckenminimum (1889) folgende Fleckenerscheinungen jenseits von 40° nördlicher oder südlicher Breite wahrgenommen:

Datum	*Breite*	*Datum*	*Breite*
23. Sept. 1892	52° nördl.	15. Nov. 1895	57° nördl.
26. Febr. 1894	48 südl.	30. März 1896	44 -
2. März 1894	43 -	15. April 1896	47 südl.
3. - 1894	60 -	28. - 1896	44 nördl.
11. April 1894	52 -	25. März 1897	42 südl.
7. Dec. 1894	51 -	15. Sept. 1900	48 nördl.
19. Oct. 1895	41 -	26. Mai 1901	52 südl.

* * *

Der Verlauf der letzten Sonnenfleckenperiode wird in übersichtlicher Weise zahlenmässig durch die Sonnenaufnahmen dargestellt, welche auf den Observatorien zu Greenwich, Dehra Dûn (Indien) und auf Mauritius fast alltäglich gemacht werden. Auf diesen Sonnenbildern werden die Flächen ausgemessen, welche die vorhandenen Flecken und Fackeln bedecken. Die Durchschnittswerte der täglichen Areale sind in folgender Tabelle für die einzelnen Jahre zusammengestellt; als Flächeneinheit ist die Oberfläche der Erde angenommen, die nahezu 12000mal kleiner ist als die Sonnenoberfläche.

Jahr	Durchschnittliches tägliches Areal				Jahr	Durchschnittliches tägliches Areal			
	nördl. Flecken	südl. Flecken	alle Flecken	Fackeln		nördl. Flecken	südl. Flecken	alle Flecken	Fackeln
1889	0,03	0,43	0,46	0,77	1895	3,35	2,43	5,78	13,51
1890	0,31	0,27	0,58	1,80	1896	1,20	2,02	3,22	8,36
1891	2,38	1,00	3,38	8,38	1897	1,16	1,89	3,05	6,82
1892	3,59	3,59	7,18	19,39	1898	0,65	1,58	2,23	5,28
1893	3,07	5,62	8,69	14,25	1899	0,14	0,52	0,66	2,00
1894	3,22	4,38	7,60	11,13	1900	0,15	0,29	0,44	—

Das fleckenreichste Jahr des ganzen Cyklus war 1893; die Fläche, die damals jeden Tag verdunkelt erschien, besass durchschnittlich nahezu die neunfache Ausdehnung der ganzen Erdoberfläche. Die hellglänzenden Fackelgebiete waren jedoch um die Hälfte grösser, wobei noch zu beachten ist, dass die Fackeln sich nur an den randnäheren Teilen der Sonnenscheibe zeigen, wo die Strahlung der eigentlichen Sonnenoberfläche durch die Sonnenatmosphäre weit mehr abgeblendet und geschwächt wird, als um die Mitte der Scheibe. Hier heben sich die Fackeln von dem hellleuchtenden Hintergrunde nicht mehr ab. Es lässt sich daher nicht ohne weiteres behaupten, dass das Gesamtlicht der Sonne in fleckenreichen Jahren geringer sei als zur Zeit der Fleckenminima. Im Gegenteil scheinen die von Herrn Prof G. Müller in Potsdam angestellten Helligkeitsmessungen an grossen Planeten und zwar besonders deutlich beim Jupiter, etwas weniger beim Mars, Saturn und Uranus darauf hinzuweisen, dass diese Gestirne zur Zeit der verstärkten Thätigkeit der Sonne von dieser mehr Licht empfangen als zur Zeit der Fleckenminima. Der Unterschied ist freilich so gering, dass weitere Beobachtungen zu seiner Sicherstellung notwendig sind. Aus direkten Messungen der Sonnenhelligkeit selbst wird man ihn, der ausserordentlichen Schwierigkeit dieser Messungen halber, in absehbarer Zeit kaum erkennen können, somit ist nur jener indirekte Weg gangbar, die etwaige Schwankung der Sonnenstrahlung aus der Lichtschwankung der von der Sonne beschienenen Gestirne abzuleiten.

* * *

Die Wärmestrahlung der Sonnenflecken bildete den Gegenstand mehrjähriger Untersuchungen des englischen Astrophysikers W. E. Wilson. Diese Strahlung war ungefähr dreimal geringer als die der Sonne an hellen Oberflächenteilen nahe der Mitte der Sonnenscheibe. Am Rande der Scheibe ist die Wärmestrahlung der weissen Oberfläche (Photosphäre) durch die Absorption in der eigenen Atmosphäre der Sonne auf 43 Proc. reduciert, während die Strahlung der Flecken durch diese Ursache wenig beeinflusst wird. Von den verschiedenen Deutungen, welche diese Thatsache zulässt, wäre eine die, dass die Atmosphäre oberhalb der Flecken nur eine geringe Höhe besitze und dass die Flecken selbst sich in einem hohen Niveau befinden, eine Annahme, die auf die Vermutung hinauskommt, dass die Flecken ausgedehnte Abkühlungsgebiete in den oberen Schichten

der gasigen Sonnenhülle darstellen. Die geringste Wärmestrahlung, die von Herrn Wilson beobachtet wurde, hat der grosse Augustfleck vom Jahre 1893 aufgewiesen; sie betrug nur 29 Proc. der centralen Photosphärenstrahlung. Nimmt man das Stefan'sche Strahlungsgesetz für die Flecken als giltig an, so würde man aus jener Strahlungsverminderung eine Temperaturabnahme um 1500° oder mehr folgern können.

* * *

Das Spectrum von χ Cygni, des schon 1686 von G. Kirch entdeckten Veränderlichen vom Miratypus, ist von Herrn Dr. G. Eberhard in Potsdam vom August bis November 1901 sehr oft (26 mal) photographisch aufgenommen worden. Das Lichtmaximum trat Mitte August ein, wobei der Stern die 4,5. Gr. erreichte. Ende November war er auf die 9. Gr. herabgesunken. Wie bei anderen Veränderlichen dieses Typus besitzt χ Cygni ausser einem Spectrum mit dunklen Linien und Streifen noch helle Linien des Wasserstoffs, Eisens, Siliciums. Die Lage dieser hellen Linien, speciell die der dritten Wasserstofflinie ($H\gamma$) und einer Eisenlinie deutet auf eine Geschwindigkeit von — 20 km; um diesen Betrag würde sich also der Stern in der Secunde dem Sonnensystem nähern. Die dunklen Linien liefern dagegen eine Geschwindigkeit von + 2,5 km, d. h. eine Entfernungszunahme. Man müsste demnach auf das Vorhandensein zweier Sterne, also auf einen spektroskopischen Doppelstern schliessen, doch wäre die Umlaufszeit jedenfalls sehr lang im Vergleich zur Lichtwechselperiode, die 406 Tage beträgt. Andererseits lassen sich Verschiebungen von Spectrallinien unter Umständen auch durch besondere Verhältnisse des atmosphärischen Druckes auf solchen Sternen erklären, wie ja auch die abnormen Spectra der neuen Sterne auf ungewöhnliche Druckzustände in den durch irgend eine Katastrophe aus dem Gleichgewicht gebrachten Atmosphären hinweisen. Aehnliche Linienlage wie bei χ Cygni findet nämlich auch bei Mira Ceti statt, dem typischen Stern dieser Art von Veränderlichen. Man muss daher abwarten, zu welchen Ergebnissen die Untersuchung der Spectra anderer langperiodischer Veränderlicher führen wird.

(Astr. Nachr. Nr. 3765.)

* * *

Becquerelstrahlen und Kathodenlicht. Dass eine Beziehung zwischen den von gewissen Körpern ausgesandten, noch in vielen Hinsichten rätselhaften Becquerelstrahlen und der Elektricität besteht, ist schon dadurch erwiesen, dass durch die Becquerelstrahlen die Elektricität zerstreut wird. K. A. Hoffmann und Eduard Strauss haben aber eine weitere Beziehung festgestellt. Sie haben nämlich gefunden, dass bei einzelnen Becquerelstrahlen aussendenden Körpern nach einiger Zeit die Fähigkeit, solche Strahlen auszusenden, aufhört, und dass diese ihre Bestrahlung durch Kathodenlicht die Wirkung hat, sie zu reaktivieren, d. h. die vorher gleichsam ermüdet gewesenen Körper senden nach ihrer Belichtung durch Kathodenstrahlen wiederum Becquerelstrahlen aus. Hoffmann und Strauss haben weiter gefunden, dass Bleisulfat, welches durch gewisse chemische Processe hergestellt war, im Stande ist, nach Belichtung durch Kathodenstrahlen die Becquerelstrahlen auszusenden, Bleisulfat aber, welches durch andere chemische Processe entstanden war, diese Fähigkeit nicht besitzt, und sie schlossen daraus, dass in jenem auf die erste Weise hergestellten Bleisulfat ein bisher unbekannter Körper enthalten ist, dessen Anwesenheit die fragliche Eigenschaft besitzt. Genauere Untersuchungen ergaben, dass diesem neuen Körper, der übrigens besondere färbende Eigenschaften besitzt, wahrscheinlich das Atomgewicht 100,9 zukommt. Doch sind die Untersuchungen noch nicht weit genug gediehen, um sichere Angaben zu machen. Dieselben Forscher entdeckten, dass in ihren Präparaten noch ein zweiter Körper mit dem wahrscheinlichen Atomgewicht 171,96 enthalten sein müsse, doch ist es ungewiss, ob dieser zweite Körper ebenfalls durch Kathodenlicht die Fähigkeit erhält, Becquerelstrahlen auszusenden.

* * *

Eine neue Verwendung der Drachen für meteorologische Forschungen regt A. L. Rotch vom Blue Hill-Observatorium an in einem Schreiben an den Herausgeber der „Science“. Obgleich Drachen Registrierinstrumente über 5000 m hoch getragen und in Blue Hill und anderweitig grosse Dienste der Meteorologie geleistet haben, ist ihre Verwendung doch sehr eingeschränkt, da ihr Steigen einen Wind von 19 km Stundengeschwindigkeit erfordert. Bei gewissen Wettertypen, besonders bei Anti-Cyklonen, ist der Wind sehr schwach, sodass die Drachen alsdann selten verwandt werden können. Es kann auch vorkommen, dass der Wind am Boden des Luftmeeres kräftig genug ist, jedoch in einer bestimmten Höhe vollständig versagt.

Rotch schlägt deshalb vor, die Drachen von einem Dampfschiff aufsteigen zu lassen. Alsdann können nicht nur die Beobachtungen bei ruhigem Wetter, sondern auch über Ozeanen gemacht werden, wo bisher nur wenig über die höheren Luftschichten bekannt ist. Die Schnelligkeit eines gegen den Wind laufenden Schiffes verstärkt die Kraft, die den Drachen in die Höhe treibt und oben erhält, während ein zu heftiger Wind durch das Herlaufen des Schiffes vor dem Winde gemildert werden kann. Rotch hat seinen Vorschlag bereits praktisch erprobt, und zwar in der

Massachusetts-Bay am 22. August 1901. Er wurde hierbei von seinen Assistenten Fergusson und Sweetland unterstützt. Bei anticyklonem Wetter brachte Rotch auf einem mit 10 Knoten Geschwindigkeit fahrenden Dampfer gegen den nur mit 10 bis 16 km wehenden Wind den Drachen auf 800 m Höhe.

Von besonderem Werte wäre es, wenn unter Benutzung der transatlantischen Dampfer auf diesem Wege die Erforschung der in den Aequatorialgegenden über dem Meere liegenden Luftschichten gelänge. So liesse sich die Höhe, bis zu der die Passate reichen, wie auch die Richtung und Stärke der oberen Winde bestimmen, für die man bisher allein auf die in jenen Breiten nur selten sichtbaren hohen Wolken angewiesen war.

* * *

Eine neue Plattensorte. Wie wir von der „Actien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, Berlin", hören, liefert dieselbe neuerdings auch „Isolar"-Planfilms und Orthochromatische „Isolar"-Planfilms, um vielseitig geäusserten Wünschen zu entsprechen. Die neuen Planfilms vereinigen die Vorzüge der Celluloidfolien: Minimales Gewicht, geringes Volumen, Biegsamkeit, Unzerbrechlichkeit, hohe Empfindlichkeit mit den überaus wertvollen Eigenschaften der „Isolar"-Platten, welche der Lichthofbildung entgegenwirken, von unübertroffener Haltbarkeit sind, und einen überaus grossen Spielraum in der Belichtungszeit gestatten. Die „Isolar"-Planfilms werden sich deshalb voraussichtlich bald einen festen Freundeskreis erwerben und speziell die Kombination von orthochromatischen und lichthoffreien Celluloidfolien in Form der Orthochromatischen „Isolar"-Planfilms dürfte für den Landschafter ein geradezu ideales Negativmaterial darstellen.

Um eine einheitliche Kollektivbezeichnung für ihre Fabrikate einzubürgern, wird die A.-G. für Anilin-Fabrikation für ihre gesamten photographischen Erzeugnisse die gesetzlich geschützte Bezeichnung „Agfa" einführen. Also auch die verschiedenen Trockenplatten- und Planfilmsfabrikate genannter Gesellschaft, die vielfach unter dem Namen „Anilin"-Platten etc. bekannt sind, werden binnen Kurzem auf den Etiquettes neben der Sonderbezeichnung noch den Kollektivnamen „Agfa" tragen.

* * *

Unsere Beilage: „Das Wunderzeichen, Anno 1628" stellt eine eigentümliche Erscheinung von Nebensonnen dar. Die Radierung rührt von einem unbekannten Meister her und befindet sich in der Sammlung des Astronom. Museums der Treptow-Sternwarte. Ein zweites Exemplar, das nicht so gut erhalten ist, besitzt Herr Senator Rapp zu Hamburg.

Die in der Radierung gezeichnete und im darunter befindlichen Text beschriebene Naturerscheinung wurde während des dreissigjährigen Krieges zu einer Zeit gesehen, wo der Kampf zwischen dem Kaiser und Christian IV. von Dänemark in Norddeutschland tobte, im Jahre 1628, am 3. Mai alten Stils und von den Chroniken sehr verschieden geschildert. Vielfach wird dieselbe auch als ein dreimaliger Kampf zwischen einem Löwen und einem Adler, bei dem zuletzt der Löwe gesiegt habe, verzeichnet, dies erzählt z. B. der Mathematikprofessor Wahn in seiner Chronik. Sie ist eine jener bekannten Haloerscheinungen, wie sie seitdem oft gesehen und geschildert worden sind.

Dem Komitee für die Erbauung der Vortragshalle der Treptow-Sternwarte sind noch beigetreten: Freiherr von Spiessen, Winkel im Rheingau, Grubenbesitzer F. W. Körner, Berlin, Amtsvorsteher Schablow, Treptow, Hugo Raussendorff, Berlin.

* * *

Fünftes Verzeichnis von Beiträgen zur Errichtung der Vortragshalle der Treptow-Sternwarte.

83.	Fabrikbesitzer Oscar Pintsch	300 M.
84.	Treptower Grundbesitzer-Verein	100 -
85.	Julius Model, Berlin	100 -
86.	Oscar Rathenau, Berlin	100 -
87.	Grubenbesitzer F. W. Körner, Berlin	50 -
88.	Prof. Dr. Leman, Charlottenburg	40 -
89.	Fabrikbesitzer H. Grengel, Berlin	30 -
90.	Firma Heinrich Jordan, Berlin	20 -
91.	Oscar Müller, Berlin	20 -
92.	Carl Schlesinger, Berlin	10 -
93.	Dr. med. Alfred Marcuse, Charlottenburg	5 M.
94.	Frl. Rosa Feit, Berlin	5 -
95.	Leo Byk, Berlin	5 -
96.	Dr. Martin Neubart, Charlottenburg	5 -
97.	Dr. Theodor Weil, Charlottenburg	5 -
		795 M.
	Die Summe der früheren Spenden betrug:	7508 -
	Insgesamt:	8303 M.

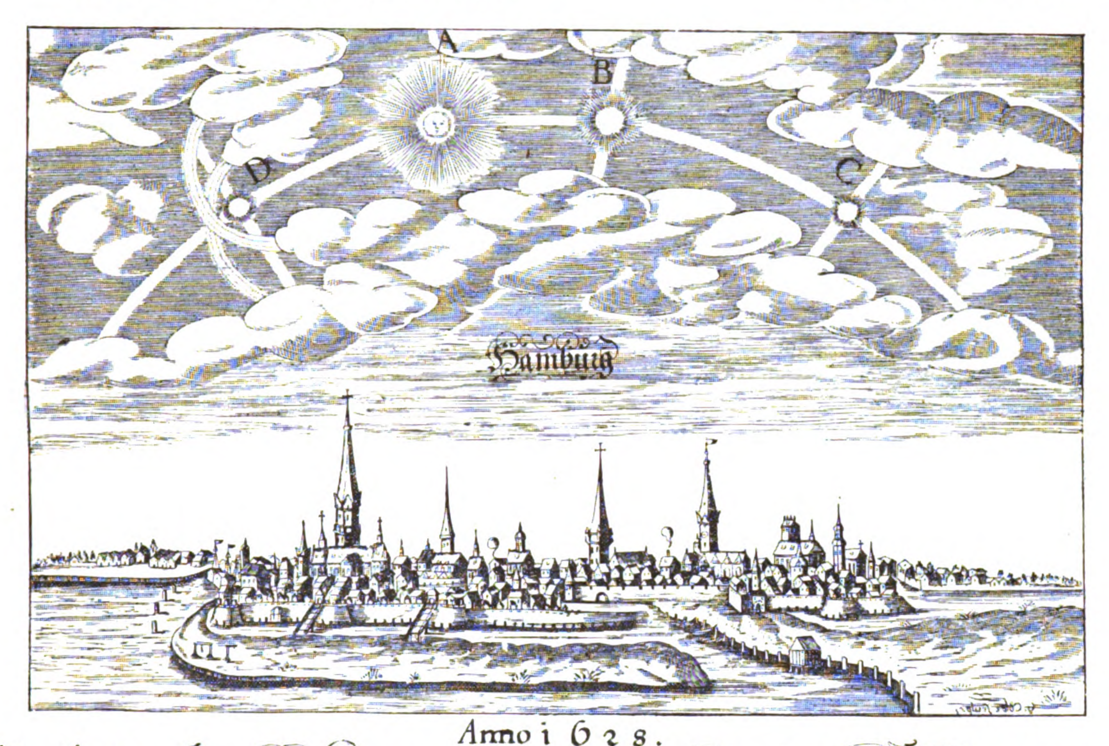
Allen freundlichen Zeichnern sprechen wir den wärmsten Dank für diese Bethätigung ihres Interesses aus. Weitere Beiträge nimmt die „Deutsche Genossenschaftsbank von Soergel, Parrisius & Co., Berlin W., Charlottenstrasse 35a" und die „Deutsche Bank, W., Behrenstr. 8-13", entgegen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Das Wunderzeichen, Anno 1628,

zu Hamburg.

Astronomisches Museum der Treptow-Sternwarte. **Nach einer alten Radierung.**



Den dritten May haben sich alhie zu Hamburg Sechs Sonnen, zwo seind davon gar bald vergangen die Vier aber von 7 biß zu 8 Vhrn sehen lassen vnd ist die mit litra A. verzeichnet die rechte Sonnen, die zur Rechten mit lit B. fast gleicher größ der rechten Sonnen, vnd ein weiß Creütz dardurch gangen, die dritte vnd vierdte zur rechten vnd lincken hand mit lit: C. D. bemerckt, seind etwas kleiner gewesen vnd gleichsfalls weiße Creütz dadurch, vnd seind vmb gemelte Sonnen D. zur lincken hand zwen Regenbogen Creutzweiß übereinander vmb solche gangen, wie gegenwertiger Abriß zu erkennen gibt.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 14. Heft. **F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.** **1902 April 15.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

INHALT.

Ueber den Lichtdruck und dessen Einfluss auf die Gestalt der Kometenschweife.

Von Professor Dr. Kalischer.

Die seltsamen Gebilde, die nicht, wie man lange geglaubt hat, als vereinzelte Wanderer den Weltraum durcheilen, sondern in ungeahnter Zahl das Firmament bevölkern und ihre langgezogenen Kreise um die Sonne beschreiben, die Kometen, die die Schrecken, mit denen ihr Erscheinen die Menschen erfüllte, längst verloren haben, zumal wir wissen, dass sie denselben Bewegungsgesetzen gehorchen wie alle anderen Himmelskörper, bieten doch des Rätselhaften noch genug uns dar. Abgesehen von der Schweifbildung an sich, die noch einer befriedigenden Erklärung harrt, ist besonders die Abgekehrtheit der Kometenschweife von der Sonne ein Problem, das die Astrophysiker immer von Neuem beschäftigt. Denn da alle Materie dem Newtonschen Gravitationsgesetze gemäss der gegenseitigen Anziehung unterworfen ist, und viele Kometen der Sonne so nahe kommen, dass ihre Perihelien innerhalb der Merkursbahn liegen, so sollte man eher erwarten, an der feinen Materie der Kometenschweife, trotz ihrer geringen Masse, sichtbare Anzeichen der Anziehung wahrzunehmen. Statt dessen bieten uns dieselben eine Erscheinung dar, die den Eindruck erweckt, dass hier abstossende Kräfte wirksam sind. Abstossende Kräfte kennen wir als elektrische und magnetische, und es lag daher nahe, Kräfte dieser Art für das Verhalten der Kometenschweife verantwortlich zu machen. In der That hat u. A. Zöllner viel Scharfsinn darauf verwandt, nachzuweisen, dass die Annahme einer gleichnamigen elektrischen Ladung der Sonne und Kometen das Phänomen erklären würde. Dass elektrische Processe auf diesen Weltkörpern ebenso wie auf der Erde vor sich gehen, kann kaum einem Zweifel unterliegen, und wenn man noch zugiebt, dass das Vorzeichen der Ladung auf den Kometen sich ändern kann, so würden auch die zuweilen der Sonne zugekehrten Schweife verständlich sein, ja man könnte in diese Erklärung auch noch das Bild hineinzwängen, das der Komet von 1823 bot, der zwei Schweife hatte, von denen der eine der Sonne zugekehrt, der andere von ihr fortgerichtet war.

Allein zu einer befriedigenden Lösung des Problems dürfte man auf diesem Wege schwerlich gelangen. Es giebt aber noch ein anderes Agens, das scheinbar eine Abstossung hervorruft, und das ist das Licht. Im Sinne der Maxwellschen Lichttheorie, wonach das Licht selbst eine elektromagnetische Erscheinung ist, würde man es hier im letzten Grunde wiederum mit elektrischen Kräften zu thun haben. So lange die Emissionshypothese des Lichtes in Geltung war, so lange man annahm, dass von dem leuchtenden Körper Teilchen ausgesandt werden, die mit ungeheurer Geschwindigkeit durch den Raum fliegen, lag der Gedanke nahe, dass diese Lichtkörperchen auf die von ihnen getroffenen Flächen einen Druck ausüben, und in der That stellte bereits Kepler die Ansicht auf, dass der Stoss, den die feinverteilte Materie der Kometenschweife durch die von der Sonne fortgeschleuderten Lichtkörperchen erleidet, die Wirkung habe, dass der Schweif von der Sonne fortgerichtet erscheint. Newton wollte den Lichtkörperchen eine solche Wirkung nicht zugeschrieben wissen; Euler dagegen, wiewohl er, der einzige unter seinen Zeitgenossen, gegen Newtons Autorität die Emissionshypothese verwarf und, seiner Zeit vorauseilend, das Licht als eine schwingende Bewegung im Aether betrachtete, die sich wellenförmig durch den Raum ausbreitet, behauptete, dass Lichtwellen einen Druck auf die von ihnen getroffenen Flächen ausüben. Freilich meinte er, dass die Schwingungen des Lichtäthers longitudinale seien, d. h. in der Fortpflanzungsrichtung vor sich gehen, wie bei den Schallwellen, die übrigens nachweisbar einen Druck ausüben.

Eine theoretische Begründung der Druckwirkung der Lichtwellen, die, wie wir mit Notwendigkeit annehmen müssen, von transversalen Schwingungen gebildet werden, d. h. von Schwingungen, die quer zur Fortpflanzungsrichtung vor sich gehen, ist zuerst von Maxwell gegeben worden, indem er zeigte, dass sie eine Consequenz seiner Auffassung von der Natur des Lichtes, als einer elektromagnetischen Störung des Lichtäthers, sei. Der Kern der Faraday-Maxwellschen Auffassung der elektrischen und magnetischen Erscheinungen liegt darin, dass der Sitz der Energie nicht in die scheinbar unvermittelt in die Ferne auf einander wirkenden elektrischen resp. magnetischen Körper, sondern in das zwischen ihnen befindliche Medium verlegt wird. Es resultiert hieraus ein Zwangszustand des Mediums, der eben diese Energie repräsentiert und, wenn die elektromagnetische Wirkung sich in Form einer Welle fortpflanzt, sich als ein Druck in Richtung der Fortbewegung des Wellenzuges äussert. Die Existenz elektromagnetischer Wellen ist ja durch die Entdeckungen von Hertz längst ausser Zweifel gesetzt, und wenn man nun die bereits nahe an Gewissheit grenzende Vorstellung zugiebt, dass das Licht, nicht im Wesen, sondern nur dem Grade nach, durch die viel kürzere Länge der Wellen, von jenen unterschieden ist, so müssen auch Lichtwellen einen Druck ausüben. „Daher wirkt in einem Medium, in welchem eine Welle sich fortpflanzt, in Richtung der Fortpflanzung ein Druck, der an jeder Stelle numerisch ebenso gross ist, wie die daselbst vorhandene, auf Volumeinheit bezogene, ganze Energie.“*)

Dieser im Jahre 1873 von Maxwell geführte Nachweis erhielt dadurch eine Bekräftigung, dass Bartoli (1876) auf ganz anderem Wege, nämlich auf Grund der Hauptsätze der mechanischen Wärmetheorie zu demselben Ergebnis

*) Maxwell, Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus, deutsche Uebersetzung von Weinstein, Art. 793.



gelangt ist, das später von Boltzmann*) und Anderen eine weitere theoretische Begründung erhalten hat.

Der Lichtdruck lässt sich nach dem obigen Satze von Maxwell aus der Intensität der Strahlung berechnen. Nun kennen wir angenähert den Wert der Strahlungsenergie, welche in der Minute auf ein Quadratcentimeter einer gegen die Sonnenstrahlung senkrecht stehenden Oberfläche eines Körpers in der Erdentfernung auffällt, die sogenannte Sonnenconstante, und danach fand Maxwell den Lichtdruck gleich 0,4 mg p. Quadratmeter, unter der stillschweigenden Voraussetzung, dass sämtliche Strahlen vollständig absorbiert würden, und Maxwell bemerkt weiter: „Da dieser Druck nur auf der von der Sonne beleuchteten Seite des Körpers vorhanden ist, so würde dieser scheinbar von den Sonnenstrahlen in Richtung ihrer Fortpflanzung fortgestossen werden".

Man erkennt nunmehr bereits, wie das in Rede stehende Problem der von der Sonne fortgerichteten Kometenschweife auf die Frage hinausläuft, ob nicht unter Umständen die abstossende Kraft der Sonnenstrahlung die Gravitationskraft übertreffen kann. Im Jahre 1892 stellte Lebedew**) eine rohe Vergleichung dieser Art an, liess aber die Frage, um die es sich hier handelt, noch offen. Kürzlich hat nun Arrhenius (Physikalische Zeitschrift 1900/1901; II, 81) diese Rechnung angestellt unter der Voraussetzung, dass die Materie der Kometenschweife aus kleinen Kügelchen besteht, die sich wie absolut schwarze Körper verhalten, d. h. die gesamte auf sie fallende Sonnenstrahlung absorbieren. Diese Rechnung ist so einfach, dass sie in etwas modifizierter Form an dieser Stelle wohl wiedergegeben werden darf.

Setzt man die Sonnenkonstante, die wir oben definiert haben, gleich 2,5 Wärmeeinheiten oder Kalorien (cal.), d. h. so gross, dass mit dieser Wärmemenge 2,5 Gramm Wasser von 0^0 auf 1^0 C. erwärmt werden könnte, so ist dieselbe pro Sekunde und Quadratcentimeter $2{,}5 : 60 = 0{,}0417$ cal. Wärme können wir aber bekanntlich auch durch mechanische Arbeit erzeugen, und zwar müssen wir zur Erzeugung einer Kalorie eine Arbeit aufwenden, die äquivalent ist der Hebung eines Gewichtes von 42 600 Gramm um ein Centimeter, folglich entspricht obige Wärmemenge einer mechanischen Energie von $42600 \,.\, 0{,}0417 = 1775$ Gramm-Centimeter. Da die Sonnenstrahlung eine Geschwindigkeit von $3 \,.\, 10^{10}$ cm hat, d. h. diese Strecke in der Sekunde zurücklegt, so beträgt die Sonnenenergie in jedem Kubikcentimeter des Wellenzuges $1775 : 3 \,.\, 10^{10} = 592 \,.\, 10^{-10}$, und dies ist demnach nach Maxwell der Druck in Grammen, den die Sonnenstrahlung auf ein Quadratcentimeter eines absolut schwarzen Körpers in der Erdentfernung ausübt. In der nächsten Nähe der Sonne ist dieser Druck rund 46 518 mal grösser, also gleich $46\,518 \,.\, 592 \,.\, 10^{-10} = 27{,}5 \,.\, 10^{-4}$ Gramm. Die Schwerkraft an der Sonnenoberfläche ist rund 27,5 mal grösser als an der Oberfläche der Erde, oder mit anderen Worten, dies ist die Anziehung, welche an der Sonnenoberfläche auf die Masseneinheit ausgeübt wird. Demnach ist die Anziehung, welche eine Kugel vom Durchmesser d, gemessen in Centimetern, und dem spezifischen Gewicht s dort erfährt $= {}^4/_3 \frac{\pi d^3}{8} s \,.\, 27{,}5$ Gramm; während der Druck, den die Sonnenstrahlung auf die Oberfläche derselben Kugel ausübt, $\frac{\pi d^2}{4} \,.\, 27{,}5 \,.\, 10^{-4}$ Gramm beträgt. Das Verhältnis dieser beiden Kräfte muss, da beide abnehmen wie das

*) Wied. Ann. 1884; **22**, 31.

) Ib. 1892; **45, 292.

Quadrat der Entfernnng zunimmt, in jeder Entfernung, also auch am Orte der Kometen dasselbe sein. Wir haben also:

$$\frac{\text{Lichtdruck}}{\text{Schwerkraft}} \text{ oder } \frac{\text{Abstossung}}{\text{Anziehung}} = \frac{\frac{\pi d^2}{4} . 27{,}5 . 10^{-4}}{{}^4/_3 \frac{\pi d^3}{8} . s . 27{,}5} = \frac{10^{-4}}{\frac{2}{3} d . s}$$

Setzt man nun das spezifische Gewicht, s = 1, nimmt also an, dass die Kügelchen des Kometenschweifes dasselbe spezifische Gewicht haben wie das Wasser, so wird obiges Verhältnis $\frac{10^{-4}}{{}^2/_3 d}$, und wenn man sich nun den Durchmesser, anstatt in Centimetern, in Tausendstel Millimetern gemessen denkt, so sieht man, dass dieses Verhältnis gleich 1 wird, wenn der Durchmesser des Kügelchens 1,5 μ ($\mu = {}^1/_{1000}$ mm) wird. Mit anderen Worten: auf Kügelchen von dieser Kleinheit und dem spezifischen Gewicht eins ist die Abstossung durch den Lichtdruck ebenso gross wie die Anziehung durch die Schwerkraft der Sonne, vorausgesetzt, dass das Kügelchen die gesamte auffallende Sonnenstrahlung absorbiert. Sind die Kügelchen noch kleiner, so wird die Abstossung durch den Lichtdruck überwiegen und beispielsweise doppelt so gross sein, als die Anziehung durch die Schwerkraft, wenn der Durchmesser der Kügelchen nur die Hälfte des oben angegebenen Wertes beträgt, dieselben würden dann mit einer der Schwere gleichen Kraft von der Sonne abgestossen werden. Wie man aus obiger Formel ersieht, ist das Verhältnis der Abstossung durch den Lichtdruck zur Anziehung umgekehrt proportional dem spezifischen Gewicht, oder Kügelchen von kleinerem spezifischem Gewicht als eins brauchten nicht so klein zu sein, um denselben Druck zu erfahren. Nun hat man Grund, anzunehmen, dass die Materie der Kometenschweife aus Kohlenwasserstoffen besteht, deren spezifisches Gewicht 0,8 gesetzt werden kann. Ferner hat Bredichin aus den Krümmungen von 40 Kometenschweifen das Verhältnis der abstossenden zur anziehenden Kraft berechnet und gefunden, dass die erstere die letztere 18,5, resp. 3,2, 2,0, 1,5 mal übertrifft; nach diesen Daten berechnet sich der Durchmesser, den die Tröpfchen der Kometenschweife haben müssten, um eine solche Abstossung zu erleiden, zu 0,1 resp. 0,59, 0,94, 1,25 μ. Die Teilchen der Kometenschweife müssten also von der Kleinheit der Lichtwellen sein; allein es liegt kein Grund vor, die Existenz so winziger Partikel in Zweifel zu ziehen. Wie Arrhenius zur Stütze dieser Meinung hervorhebt, hat man Flüssigkeitshäutchen hergestellt, die nur eine Dicke von 0,005 μ besassen. Gold lässt sich zu Plättchen walzen, deren Dicke nur 0,5 Millionstel Millimeter beträgt.

Angeregt durch die Darlegung von Arrhenius hat Schwarzschild*) diesen Gegenstand einer eingehenden mathematischen Behandlung unterzogen. Er erhebt den Einwand, dass man so kleinen Partikeln, wie sie für die in Rede stehenden Wirkungen erfordert werden, nicht die Eigenschaft eines absolut schwarzen Körpers zuschreiben dürfe. Er macht daher die Voraussetzung — die aber doch nicht weniger angreifbar erscheint -- dass die Kügelchen vollkommen reflektierend seien. Nun können „bei Kugeln, deren Durchmesser von der Grössenordnung der Wellenlängen des Lichtes sind, durch die Beugung des Lichtes die Verhältnisse sehr wesentlich geändert werden“; „um ganz kleine Kugeln, deren Radius auch gegen die Wellenlänge sehr klein ist, schlägt die

*) Sitzungsberichte der Münchener Akademie, 1901, Bd. 31, S. 293 bis 338.

Lichtwoge herum, ohne in ihrem Verlaufe merklich gestört zu werden". Es bedarf also einer genauen Untersuchung der Reflexion und Beugung des Lichtes durch die Kugel, um vor allem die Grössenverhältnisse festzustellen, für die der Lichtdruck etwa die Schwere übertrifft.

Diese Untersuchung ergab nun in der Hauptsache eine Uebereinstimmung mit den Ausführungen von Arrhenius, was immerhin insofern etwas auffallend ist, als der Theorie nach der Lichtdruck auf vollkommen reflektierende Körper doppelt so gross sein muss als auf vollkommen schwarze Körper. Die schliessliche Formel von Schwarzschild enthält auch das Gesetz der Abhängigkeit des Lichtdruckes von der Wellenlänge. Nimmt man aber an, dass die ganze Sonnenstrahlung aus Wellen von 0,6 μ bestehe, die den hellsten Stellen des Spektrums entsprechen würden, und setzt das spezifische Gewicht der Stoffteilchen der Kometenschweife gleich 1, so wird für Kügelchen vom Durchmesser 1,5 μ der Druck des Lichtes gleich der Schwerkraft. Für kleinere Kügelchen „wächst der Lichtdruck über die Schwerkraft hinaus, bis er sie bei einem Kugeldurchmesser von 0,18 μ um das 18fache übertrifft. Von diesem Maximalwert sinkt der Lichtdruck schnell herab und ist bei einer Durchmessergrösse von 0,07 μ wieder der Schwerkraft gleich, um sich sodann rasch der Null zu nähern. Ein Ueberwiegen des Druckes der Lichtstrahlung findet also nur für gewisse, zwischen verhältnismässig engen Grenzen liegenden Kugelgrössen (0,07 bis 1,5 μ) statt, innerhalb dieses Bereichs wächst aber der Druck bis auf das 18fache der Schwerkraft an". Dies ist aber, wie wir oben gesehen haben, der Maximalwert der Abstossung, die nach den bisherigen Beobachtungen und Rechnungen die Kometenschweife erleiden*). Freilich ist dieses Resultat erlangt unter der Annahme, dass die ganze Sonnenstrahlung aus Wellen von 0,6 μ bestehe, dies ist gerade ungefähr das Gebiet der maximalen Energie der Sonnenstrahlung; durch die Verteilung der Sonnenenergie auf verschiedene Wellenlängen wird das Verhältnis von Lichtdruck zu Schwerkraft zu Ungunsten des ersteren verschoben und der Maximalwert desselben nach Schwarzschild etwa auf die Hälfte des für den obigen Fall angenommenen Wertes reduziert. Andererseits würde sich eine Erhöhung des Druckes ergeben, wenn man der Materie der Kometenschweife ein geringeres spezifisches Gewicht als 1, etwa das schon oben angenommene von 0,8, beilegt. Ferner ist zweifellos der Wert der Sonnenkonstante mit 2,5 zu niedrig angesetzt, dürfte vielmehr nach neueren Untersuchungen den Betrag von 3,5 bis 4 erreichen. Hierdurch gelangt man schliesslich zu dem Ergebnis, dass der Lichtdruck oder die Abstossung der Sonnenstrahlung die Schwerkraft oder die Anziehung um etwa das 20fache übertreffen kann.

Das bisher Vorgetragene ist freilich Theorie. Aber lässt sich der Lichtdruck nicht experimentell nachweisen und messen? Maxwell sagt an der oben (S. 166) angeführten Stelle: „Konzentriertes elektrisches Licht wird wahrscheinlich einen noch stärkeren Druck ausüben, und es ist nicht unmöglich, dass die Strahlen eines solchen Lichtes, wenn sie auf ein dünnes metallisches Plättchen, das in einem Vakuum fein aufgehängt ist, fallen, an diesem einen beobachtbaren mechanischen Effekt hervorbringen werden". Versuche, einen solchen nachzuweisen, führten zur Erfindung der Lichtmühle oder des Radiometers, wie der wissenschaftliche Name lautet, das bekanntlich durch Crookes auf einen hohen Grad von Vollkommenheit und Empfindlichkeit gebracht wurde. Weitere Be-

*) Neuerdings fand jedoch Pickering (Ntw. Rdsch., 1900, XV., 506) für den Komet 1892 I. Swift, eine die Attraktion um das 39,5fache übertreffende Abstossung.



mühungen, z. B. von Zöllner*), den Lichtdruck auf diesem Wege festzustellen, führten zu keinem positiven Resultate, da derselbe durch die stärkeren radiometrischen Wirkungen verdeckt wird. Zwar sagt Lodge**), es sei „kaum mehr nötig, sich darum zu bemühen, da die direkte Wirkung vollständig deutlich wird, sobald man sich längerer (elektrischer) Wellen bedient", da ja Lichtwellen und elektrische Wellen sich nur durch ihre Länge von einander unterscheiden sollen. „Nähert man eine Kupferscheibe einem Magneten, der von einem Wechselstrom gespeist wird, so wird sie abgestossen durch die in ihr induzierten Ströme und deren Rückwirkung auf das Feld. Aus genau demselben Grunde übt Licht einen Druck auf leitende Flächen aus. Es induziert in ihnen Ströme und stösst diese dann ab, weil es nicht mit ihrer Phase übereinstimmt. Allerdings ist die Abstossung einer Scheibe in der Nähe eines wechselnden Magneten keine stetige oder in derselben Richtung stattfindende Erscheinung, es können auch Augenblicke der Anziehung eintreten; im Ganzen aber überwiegt die Abstossung, sie findet ausschliesslich statt, wenn die Wechsel sich rasch und mit wellenförmiger Gleichmässigkeit vollziehen", wie die bekannten Versuche von Elihu Thomson zeigen. Indessen kann die Wissenschaft auf den experimentellen Nachweis des Lichtdruckes nicht verzichten, und es ist erfreulich, dass dieser nunmehr Lebedew***) gelungen zu sein scheint.

(Schluss folgt.)



Ein geophysikalisches Moment bei der drahtlosen oder Wellen-Telegraphie.

Von Wilhelm Krebs, Barr, Els.

Die drahtlose Telegraphie hat durch die theoretischen und praktischen Arbeiten Braun's und durch die erfolgreichen technischen Bestrebungen Marconi's und Slaby's in den letzten Jahren eine unzweifelhaft grosse Wichtigkeit für Schiffahrt und transozeanischen Verkehr gewonnen. Charakteristisch für ihr derzeitiges Entwicklungsstadium ist die Rekordfrage. Noch im Sommer 1901 galt es als ein grosser Erfolg, dass Professor Braun's Gesellschaft für drahtlose Telegraphie einen sicheren Telegrammverkehr zwischen Kuxhaven und Helgoland eingerichtet hatte. Da eröffneten im Dezember 1901 die transatlantischen Versuche Marconi's zwischen Poldhu und St. Johns eine ungeheure Perspektive. Nachdem es dann über sie recht still geworden, schienen der ähnliche Versuch nach Slaby-Arco zwischen Kuxhaven und Esbjerg und die praktischen Erfolge zwischen Nantucket und New-York seit Januar 1902 ihm wenigstens einige Bestätigung zu bringen.

Die Gesellschaften Marconi's und Slaby-Arco's garantieren gegenwärtig (Februar 1902) eine Signalentfernung von 150 km. Diese Angaben sind nach geschäftlichen Offerten citiert, die vorerwähnten aus Zeitungsnachrichten entnommen. Die eigentlich wissenschaftlichen Veröffentlichungen sind in Bezug auf den inneren Zusammenhang dieser neuen Erfolge noch sehr unzureichend.

*) Poggendorff's Annalen. 1877; **160**. 154.

**) Neueste Anschauungen über Elektrizität. Uebersetzt von Anna von Helmholtz und Estelle du Bois-Reymond, S. 406 f.

***) Ann. d. Phys., 1901; **6**. 433.

Vielleicht ist darin die Erklärung zu finden für die Vernachlässigung eines sehr naheliegenden geophysikalischen Gesichtspunktes, von dem aus auch für die Meteorologie, besonders die maritime, mit grosser Wahrscheinlichkeit das neue Verkehrsmittel eine Bedeutung erlangen kann. Es ist die Erdkrümmung. Wegen ihrer würde die in den Systemen Braun und Arco-Slaby gewählte Masthöhe von 40 m für Sender und Empfänger ihre Verbindung mittelst geradliniger Wellen durch die Luft höchstens auf 22 km gestatten. Auf grössere Entfernung würde die Senderspitze für die Empfängerspitze unter allen Umständen durch die Kuppe der sich dazwischen schiebenden Erdrundung abgedeckt.

Andererseits ergiebt die Berechnung der niedrigsten wirksamen Sender- und Empfängerhöhen gegenüber den thatsächlich erzielten Entfernungen, unter der gleichen Voraussetzung geradliniger Wellenstrahlen, ganz unerwartet grosse Werte. Da die Drähte für Sender und Empfänger so gewählt zu werden pflegen, dass die elektrischen Schwingungen die grösste Steigerung an den oberen Enden aufweisen, ist gestattet, als solche Stufenwerte unmittelbar die Höhe der Krümmungskuppe über der horizontalen Sehnenebene anzusprechen.

Die wichtigsten Entfernungsrekorde drahtloser Telegraphie enthält folgende Tabelle I.

I.

Rekordstrecken	System	Entfernung
1. Kuxhaven-Helgoland	Braun	65 km
2. Kuxhaven-Esbjerg	Slaby-Arco	180 -
3. Nantucket-New-York	Marconi	350 -
4. Poldhu-St. Johns	Marconi	4100 -
5. Garantiert von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft	Slaby-Arco	150 -
6. Garantiert von der Marconi-Gesellschaft	Marconi	150 -

Unter Zugrundelegung des Listing'schen Wertes, 6370 km, für den Radius der dem Erdsphäroid inhaltsgleichen Kugel, berechnete ich daraus die in Tabelle II enthaltenen Höhen der Krümmungskuppen oder niedrigste Höhen für Sender und Empfänger.

II.

Rekordstrecken	Richtung	Niedrigste Höhen
1. Kuxhaven-Helgoland	SE—NW	100 m
2. Kuxhaven-Esbjerg	S—N	636 -
3. Nantucket-New-York	E—W	3 145 -
4. Poldhu-St. Johns	E—W	311 436 -
5. Elektrizitätsgesellschaft }	{ S—N	690 - }
6. Marconi-Gesellschaft }	{ E—W	442 - }

Für alle diese Strecken, ausser für die transatlantische Poldhu-St. Johns, werden ausschliesslich Maste als Träger der Sender- und Empfängerdrähte angegeben. Für die Systeme Braun und Slaby-Arco betrug ihre Höhe thatsächlich nur 40 m, anstatt der berechneten von 100 bis fast 700 m (Tabelle II). Braun ging sogar ohne Schaden auf 37 m Masthöhe herab.

Von Marconi's transatlantischen Versuchen verlautet allerdings, er habe auch Fesselballons und Drachen bis etwa 400 m hoch steigen lassen. Die Rechnung verlangt aber hier fast den 800fachen Betrag, 311 436 m, eine Höhe, die mit den vorhandenen Hülfsmitteln technisch überhaupt nicht erreichbar ist.

Die elektrischen Schwingungen des Aethers können ohne Störung auf weite Strecken nur dann verlaufen, wenn er durch die isolierende Luft von den besseren Leitern, wie Wasser und feuchten Körpern, getrennt ist. An eine geradlinige Durchsetzung der Krümmungskuppe, zumal unter der Meeresfläche, ist demnach nicht zu denken.

Den einzigen Ausweg aus den angeführten Widersprüchen zwischen Rechnung und Praxis bietet die Annahme, dass die elektrischen Wellen über die Erdoberfläche hin krummlinigen Strahlen folgen, die ihre Konkavität der Erde zukehren.

Hierfür stellen sich sogleich zwei Möglichkeiten heraus, die zu genauerer, teils beobachtender, teils experimenteller Untersuchung herausfordern.

Einmal kann man an die Ablenkung denken, die den ebenfalls elektrischen Kathodenstrahlen und den elektrischen Strömen durch einen Magneten zu teil wird. Sie erfolgt in Kurven, die in Ebenen, senkrecht zur Achse des Magneten, diesen umkreisen. Für diejenigen Gebiete, in denen bisher Versuche drahtloser Telegraphie erfolgreich ausgeführt sind, ist die Erde ein Magnet mit ungefähr von Süden nach Norden gerichteter Achse. Es erscheint in diesem Blick sehr bemerkenswert, dass die grössten Rekorde (No. 3 und 4 der Tabellen) in der Richtung von Osten nach Westen, also mit den der Theorie entsprechend gerichteten Wellenstrahlen, erreicht sind.

Immerhin steht ihnen der nicht unbedeutende Rekord No. 2 mit fast genauer Nordrichtung der wirksamen elektrischen Strahlen gegenüber. Auch haben weder die Marconi- noch die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft ihre Garantieen lediglich an die West- oder Ostrichtung geknüpft. Entscheidende Versuche dürften in Gebieten mit weniger gleichmässigem in seiner Richtung, dagegen in seiner Wirkung intensiverem Erdmagnetismus gemacht werden können. Es wäre das eine neue, sehr aktuelle Aufgabe, die den für solche Untersuchungszwecke teilweise schon ausgerüsteten Südpolar-Expeditionen gestellt werden könnte.

Die andere Möglichkeit darf aus der Analogie elektrischer Wellen mit Lichtwellen gefolgert werden. Die Lichtstrahlen werden, im Gegensatz zu den Schallstrahlen, auch in den durch Wärme ausgedehnten unteren Schichten der Atmosphäre dem Einfallslote zugebrochen, weil diese unteren Schichten infolge des Druckes der höheren optisch dichter sind. Es ist wahrscheinlich, dass sie auch elektrisch dichter sind. Dann würden manche der sonst von der Erdoberfläche in den Weltenraum abirrenden Ausstrahlungen des Senderendes schliesslich in grösserer Entfernung, auch jenseits einer hohen Krümmungskuppe, dem Empfängerende zugebogen werden können.

Die Druckverhältnisse der unteren Atmosphäre wechseln aber ausserordentlich je nach der Wetterlage. Hierin möchte ich die anfangs dieser Zeilen angedeutete Erwartung begründet finden, dass die drahtlose Telegraphie manche Aufklärungen und Förderungen auch von der meteorologischen Wissenschaft erhalten dürfte. Thatsächlich soll bei Versuchen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft im Juli und August 1901, besonders gelegentlich schwülen Wetters, die Signaldistanz auf $^1/_2$, sogar auf $^1/_3$ der sonst erreichten zurückgegangen sein.

Auf den für drahtlose Telegraphie ausgerüsteten Seeschiffen würde zu einer Klärung solcher Beziehungen zur Wetterlage beigetragen werden können dadurch, dass bei Telegraphierungsversuchen jedesmal ad hoc ausgeführte Witterungsbeobachtungen aufgezeichnet würden.



Präcisionsmessungen mit Hülfe der Wellenlänge des Lichts.

(Schluss.)

Von Prof. Dr. E. Gumlich.

3. Methode der Dickenmessung und Interferenz-Spektrometer von Perot und Fabry.

Auf einem etwas anderen Wege ist es neuerdings Perot und Fabry gelungen, die Dicke von Luftkeilen und planparallelen Luftplatten optisch ungemein genau zu bestimmen:

In derselben Weise wie beim Fizeau'schen Dilatometer für reflektiertes Licht treten auch geradlinige, äquidistante Interferenzstreifen auf, wenn man durch zwei plane, sehr wenig gegeneinander geneigte Glasplatten monochromatisches Licht hindurchtreten lässt. Dieselben kommen dadurch zu stande, dass die direkt hindurchgegangenen Strahlen mit denjenigen interferieren, welche an den beiden Flächen des zwischen den Platten befindlichen Luftkeiles reflektiert wurden. Da jedoch bei senkrechtem Einfall von einer unbelegten Glasplatte nur wenig Licht reflektiert wird, so besitzen die interferierenden Strahlen sehr verschiedene Intensität, und die ganze Erscheinung ist wenig deutlich. Diesem Uebelstande ist leicht dadurch abzuhelfen, dass man die reflektierenden Glasflächen schwach versilbert, und zwar wählt man die Dicke der Silberschicht so, dass ungefähr 75 % des Lichtes reflektiert und nur 25 % durchgelassen werden. Die Interferenzstreifen treten dann ungemein scharf hervor, was hauptsächlich auch davon herrührt, dass nunmehr auch die mehrfach reflektierten Strahlen zum Zustandekommen der Erscheinung beitragen.

Die eine versilberte Fläche eines solchen sehr dünnen Keiles wurde nun von Perot und Fabry mit einer Millimeterteilung versehen, und es handelte sich zunächst darum, die Dicke der Keilschicht in Wellenlängen des angewandten Lichts für jeden Teilstrich genau zu bestimmen. Hierzu genügt es, dass man die Dicke x für eine bestimmte Stelle des Keiles kennt, denn man braucht dann nur die Interferenzstreifen von dieser Stelle aus weiter abzuzählen, um die Dicke auch für andere Stellen zu erhalten, da mit jedem neuen Streifen die gemessene Dicke um eine halbe Wellenlänge zu-, bezw. abgenommen hat.

Zu diesem Zwecke bedarf man zweier Keile von den gleichen Dimensionen, die vor einander gesetzt werden; die Teilung des ersten Keils wird mit Hülfe einer Linse auf diejenige des zweiten Keils projiciert und das ganze System durch eine sehr helle, weisse Lichtquelle (Bogenlicht) erleuchtet. Fasst man nun einen bestimmten, etwa in der Mitte gelegenen Teilstrich des zweiten Keils ins Auge und schiebt den ersten Keil langsam am zweiten vorbei, dann wird bei einer bestimmten Stellung an dem beobachteten Strich ein heller, von farbigen Fransen umgebener Interferenzstreifen entstehen. Dieser tritt dann auf, wenn die Dicke x für die beiden Keile an den betreffenden Stellen genau gleich ist, und zwar interferieren dann die an den beiden Flächen des ersten Keiles reflektierten Strahlen, welche direkt durch den zweiten Keil hindurchgegangen sind, mit denjenigen Strahlen, welche den ersten Keil ohne Reflexion passiert, aber an den Flächen des zweiten Keiles eine doppelte Reflexion erfahren haben. Nach einer weiteren Verschiebung des ersten Keils um n Skalenteile wird abermals ein heller Interferenzstreifen an der beobachteten Stelle auftreten; dann ist die Dicke der Luftschicht des ersten Keils an dieser Stelle $= 2x$. Beobachtet man nun den ersten Keil allein im monochromatischen Lichte von der Wellen-

länge λ und findet, dass auf der Länge von n Skalenteilen p Streifen auftreten, so ist, wie leicht ersichtlich, die gesuchte Dicke $x = p \cdot \frac{\lambda}{2}$; somit lässt sich also die Dicke der Keile für jeden Teilstrich ermitteln.

Um nun auch die Dicke einer nicht keilförmigen, sondern planparallelen Luftplatte zu messen, die von schwach versilberten, planparallelen Glasplatten begrenzt ist, setzt man vor dieselbe einen Normalkeil, dessen Konstanten man kennt, beleuchtet wieder mit weissem Licht und verschiebt den Keil so lange, bis an irgend einem Teilstrich *a* des Keils der helle Interferenzstreifen auftritt; die Platte hat dann die gleiche Dicke, wie der Keil beim Strich *a*.

Denkt man sich ferner zwei versilberte Luftplatten, von denen die eine doppelt so dick ist als die andere, so hintereinander aufgestellt, dass sie nur einen ganz kleinen Winkel mit einander bilden, und beleuchtet mit sehr intensivem, weissem Licht, so erscheinen wieder glänzende Interferenzstreifen, deren Lage und Breite von dem Winkel abhängt, welchen die Ebenen beider Platten mit einander bilden. Diese Streifen kommen dadurch zu Stande, dass die innerhalb der dickeren Platte zweimal reflektierten Strahlen mit den innerhalb der dünneren Platte vier mal reflektierten zur Interferenz gelangen, denn die optische Weglänge für die beiden Komponenten ist ja die gleiche. Dasselbe gilt, wenigstens theoretisch, für alle Platten, für welche das Verhältnis der Dicken gleich einer ganzen Zahl ist; praktisch findet es jedoch bald eine Grenze, und zwar etwa beim Verhältnis 4. Hat man also eine gegebene Luftplatte von bekannter Dicke, so lässt sich mit Hülfe des eben beschriebenen Princips auch eine solche von genau vierfacher Dicke herstellen; von dieser ausgehend eine solche von 16facher Dicke u. s. w. Auf diese Weise würde man also ebenfalls zu 1 m dicken Luftplatten gelangen können, deren Dicke bis auf Bruchteile einer Wellenlänge bekannt wäre.

Damit ist aber sofort die Möglichkeit gegeben, auch die Länge fester Körper, beispielsweise von Endmassstäben, mit annähernd der gleichen Genauigkeit in Einheiten der Lichtwellen auszudrücken. Bringt man nämlich einen festen Körper mit planparallelen, reflektierenden Endflächen zwischen eine solche Luftplatte von bekannter Dicke, welche die Länge des zu messenden Körpers nur sehr wenig übersteigt, so lässt sich, am besten mit Hülfe der oben beschriebenen Normal-Luftkeile, die Dicke der beiden Luftschichten zwischen den Endflächen des Körpers und den Grenzflächen der Luftplatte mit Hülfe von reflektiertem Licht wieder mit derselben Genauigkeit bestimmen; man erhält also die Länge des festen Körpers als Differenz zwischen der bekannten Dicke der Luftplatte und der Dicke der beiden dünnen Luftschichten an der Grenze.

Derartige Luftplatten können aber auch noch eine andere, ungemein wichtige Aufgabe erfüllen: Sie dienen nämlich als Spektrometer von enormem Auflösungsvermögen. Lässt man nämlich Licht von einer ausgedehnten monochromatischen Lichtquelle auf eine solche Luftplatte fallen, die durch zwei planparallele, versilberte Flächen begrenzt ist, so beobachtet man mittels eines auf der entgegengesetzten Seite der Platte befindlichen, auf Unendlich eingestellten und senkrecht zur Platte gerichteten Fernrohres die konzentrischen Haidinger'schen Interferenzringe, die schon bei Besprechung der Michelson'schen Arbeiten erwähnt wurden. Diese Ringe kommen dadurch zu Stande, dass die direkt durch die Platte gegangenen mit den an den beiden Grenzflächen reflektierten Strahlen interferieren. Die Gangdifferenz der einzelnen Strahlenpaare hängt ausser von

der Dicke e auch vom Einfallswinkel i ab. Entfernt man nun die beiden Grenzflächen stetig von einander, dass sie sich stets genau parallel bleiben, so scheinen die Ringe von aussen nach der Mitte zu wandern und im Mittelpunkt zu verschwinden. Ist aber das verwendete Licht nicht streng monochromatisch, sondern besteht es, wie etwa das Natriumlicht, aus zwei oder mehreren in der Wellenlänge nahezu übereinstimmenden Komponenten, so werden sich zwar anfangs bei sehr geringem Plattenabstand die von den beiden Komponenten herrührenden Ringsysteme überdecken, bei wachsendem Plattenabstand aber auseinanderrücken (vergl. Fig. 9)*), und zwar wird sich das von der Linie grösserer Wellenlänge herrührende System stärker nach dem Mittelpunkte hin verschieben, so dass sich bei einem bestimmten Plattenabstand ein Ringsystem genau in der Mitte zwischen den Ringen des anderen Systems befindet. Nennen wir für diesen Fall, der sich durch mikrometrische Messung recht genau feststellen lässt, Δ die Gangdifferenz, p die Ordnungszahl des betreffenden Ringes, λ die Wellenlänge der einen, $\lambda + \varepsilon$ diejenige der anderen Komponente, so gelten die Gleichungen: $\Delta = p\lambda$; $\Delta + \frac{\lambda}{2} = p\,(\lambda + \varepsilon)$, somit $\frac{\varepsilon}{\lambda} = \frac{\lambda}{2\Delta} = \frac{1}{2p}$. Kennt man also die Gangdifferenz Δ, die sich mit Hülfe eines Massstabes hinreichend genau ermitteln lässt, oder die Ordnungszahl p, so findet man in dem Bruch $\varepsilon : \lambda$ das Verhältnis zwischen der Differenz der beiden Wellenlängen zur Wellenlänge der einen Komponente.

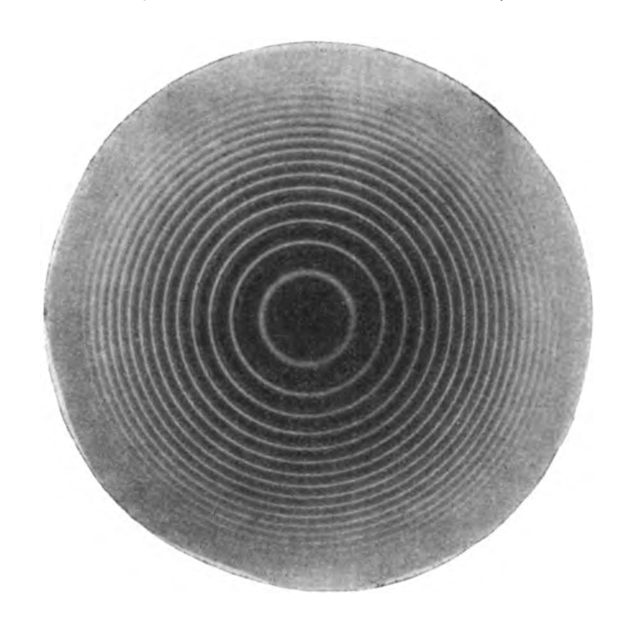


Fig. 9.

Als Beispiel möge hier die Beschreibung der Beobachtung mit grünem Thalliumlicht ($\lambda = 0{,}5439\,\mu$) folgen: Bei einer Dicke der Luftschicht von 1,5 mm bemerkt man im Innern jedes glänzenden Ringes einen zweiten schwächeren, die Thalliumlinie ist also doppelt und die schwächere Komponente liegt auf der Seite der grösseren Wellenlängen. Der schwächere Interferenzring liegt dann genau in der Mitte von zwei stärkeren, wenn der Plattenabstand 6,25 mm, d. h. die Ordnungszahl p etwa 24 000 beträgt; somit ist das Verhältnis des Abstandes der beiden Komponenten zur Wellenlänge des einen nach den obigen Formeln $\frac{\varepsilon}{\lambda} = \frac{1}{2p} = \frac{1}{48\,000} = 21 \times 10^{-6}$

Aber auch die hellere der beiden Komponenten ist noch nicht einfach, denn bei einem Plattenabstand von 18 mm beginnen auch die von ihr herrührenden Ringe sich zu verdoppeln, und zwar beträgt hier der Wert $\varepsilon : \lambda$ nur noch 3×10^{-6}. Die bisher für einfach gehaltene Thalliumlinie ist somit mindestens dreifach und besteht aus einer stärkeren Hauptlinie und zwei schwächeren Nebenlinien von etwas grösserer Wellenlänge und annähernd gleicher Helligkeit.

*) Diese Abbildung ist nach einem der Redaction in liebenswürdiger Weise von den Herr Perot und Fabry zur Verfügung gestellten Glasphotogramm hergestellt.

Nach derselben Methode untersuchten Perot und Fabry noch eine Anzahl von Quecksilber- und Kadmiumlinien, die bisher für einfach galten, und fanden sie, abgesehen von der roten Kadmiumlinie, sämtlich zusammengesetzt. Die bei optischen Messungen viel verwandte hellgrüne Quecksilberlinie ergab sich als derifach, und zwar beträgt für zwei Komponenten derselben das Verhältnis $\varepsilon : \lambda$ nur noch $1{,}5 \times 10^{-6}$. Vergleicht man damit den Wert desselben Verhältnisses für die beiden Natriumlinien $= 1000 \times 10^{-6}$, so leuchtet sofort die ganz enorme Leistungsfähigkeit dieser Methode ein, welche gestattet, Linien zu trennen, deren Abstand nur noch den siebenhundertsten Teil von demjenigen der beiden Natriumlinien beträgt.

In ähnlicher Weise nun, wie man auf dem beschriebenen Wege die Wellenlänge der einen Komponente einer zusammengesetzten Spektrallinie auf diejenige der anderen zurückführen kann, lässt sich auch die Wellenlänge zweier ganz verschiedenen Spektrallinien auf einander reduzieren, beispielsweise die Wellenlänge der Quecksilberlinien auf diejenige der Kadmiumlinien. Da nun aber die letzteren durch die Messungen von Michelson äusserst genau bestimmt worden sind, so konnten Perot und Fabry auch für eine ganze Anzahl anderer Spektrallinien die Wellenlängen mit annähernd derselben Genauigkeit ermitteln.

So einfach die beschriebene Methode auf den ersten Blick erscheinen mag, so ist doch thatsächlich der zu ihrer Anwendung erforderliche, von Perot und Fabry konstruierte Apparat äusserst kompliziert, da das Parallelhalten der Platten während der Verschiebung ungemein feine Bewegungsmechanismen erfordert. Es ist deshalb erfreulich, dass es in neuester Zeit Lummer gelungen ist, mit einer verhältnismässig sehr einfachen Anordnung die Zerlegung der Spektrallinien in ihre Komponenten sichtbar zu machen. Er ersetzte zu diesem Zweck die Luftplatte durch eine möglichst vollkommen geschliffene planparallele Glasplatte von grosser Ausdehnung und liess das Licht sehr schräg, unter nahezu streifender Inzidenz eintreten. Offenbar erhalten hierdurch auch bei mässiger Plattendicke die interferierenden Strahlenbündel eine recht beträchtliche und durch verschiedene Neigung der Platte willkürlich veränderliche Gangdifferenz, während gleichzeitig, entsprechend der Grösse des Einfallswinkels, die Intensität des reflektierten Lichtes bedeutend ist, so dass also hier auch ohne Versilberung der Oberflächen die im Innern der Platte mehrfach reflektierten Strahlen an dem Zustandekommen der Interferenzerscheinung teilnehmen. Gerade hierdurch aber wird die Schärfe der Streifen und somit auch die Möglichkeit der Trennung verschiedener nebeneinander gelagerter Streifensysteme bedingt. Thatsächlich gelang es Lummer auf diese Weise, unter Anwendung eines besonderen Kunstgriffes, die Zerlegung der Spektrallinien noch weiter zu treiben; beispielsweise besteht nach seinen Beobachtungen die oben erwähnte grüne Quecksilberlinie nicht nur aus drei, sondern wahrscheinlich aus mindestens elf verschiedenen Komponenten.

Es konnte nicht in meiner Absicht liegen, das grosse Gebiet der Präcisionsmessungen mit Hülfe der Wellenlängen des Lichts hier auch nur annähernd zu erschöpfen; es kam mir vielmehr nur darauf an, auf Grund einiger typischer Beispiele die ausserordentliche Leistungsfähigkeit dieser Methode nachzuweisen, die gerade in den letzten Jahren so wertvolle Resultate gezeitigt hat und uns auch für die Zukunft die wichtigsten Aufschlüsse über bis jetzt noch ungelöste Fragen verspricht.



Die totale Mondfinsternis am 22. April 1902.

Von F. S. Archenhold.

In der Natur einer totalen Mondfinsternis liegt es, dass Sonne und Mond einander im Moment der Verfinsterung gerade diametral gegenüberstehen. Wenn also der Mond aufgegangen ist, so sollte die Sonne bereits unter dem Horizont sein. Da jedoch die Refraktion beide Gestirne in grösserer Höhe erscheinen lässt, als sie sich in Wirklichkeit befinden — am Horizont beträgt die Wirkung 35 Bogenminuten — so wird man noch 2 Minuten nach dem Mondaufgang, das ist noch 2 Minuten nach 7 Uhr 11 Minuten, die Sonne im Westen sehen können, vorausgesetzt, dass sowohl der Ost- wie der Westhorizont, ganz frei liegt und keine Wolken die Beobachtung stören. In Grossstädten werden diese Bedingungen selten zutreffen.

Die Hauptphasen der Erscheinungen der bevorstehenden Mondfinsternis sind im Folgenden nach den Angaben der in den astronomischen Jahrbüchern veröffentlichten Vorausberechnung zusammengestellt:

	1902 April 22, nachm. (Mitteleuropäische Zeit)
Erste Berührung mit dem Halbschatten der Erde	4 Uhr 50,3 Min.
Erste Berührung mit dem Kernschatten der Erde	6 „ 0,2 „
Beginn der totalen Verfinsterung	7 „ 10,2 „
Mitte der Finsternis	7 „ 52,8 „
Ende der totalen Verfinsterung	8 „ 35,4 „
Letzte Berührung mit dem Kernschatten der Erde	9 „ 45,4 „
Letzte Berührung mit dem Halbschatten der Erde	10 „ 55,3 „

Der Positionswinkel

des Eintritts der Erde am Mondrand, vom Nordpunkt gezählt, beträgt . . 89°
„ Austritts „ „ „ „ „ „ „ „ . . 300°

Die Grösse der Verfinsterung beträgt diesmal 1,34 in Teilen des Monddurchmessers ausgedrückt.

Die Mondfinsternis wird an allen Orten der einen Hälfte der Erdoberfläche sichtbar sein, an denen der Mond überhaupt über dem Horizont steht. Hiernach ist die Finsternis zu sehen in Europa, Asien, Australien, Afrika, in der westlichen Hälfte des Grossen Ozeans und in der östlichen des Atlantischen Ozeans, wie auch an der Ostspitze Süd-Amerikas.

Bei der ersten Berührung mit dem Kernschatten der Erde steht der Mond an einem Punkte der Erde, der 4° südlich von Java im Indischen Ozean liegt, genau im Zenit. Im Moment der Mitte der Finsternis steht der Mond an einem Punkte der Erde, der 4° südlich von den Tschagos-Inseln in der Mitte des Indischen Ozeans liegt, grade im Zenit. Im Moment der letzten Berührung mit dem Kernschatten der Erde werden die Bewohner des nördlichen Teiles von Madagaskar genau den Mond im Zenit über sich sehen. Mit anderen Worten kann man sagen, dass nur die Passagiere der Schiffe, welche sich zwischen Java und Madagaskar in dem südlichen 12. bis 12½. Breitengrade befinden, den verfinsterten Mond im Zenit sehen werden.

In Berlin wird der aufgehende Mond bereits schon eine Minute verfinstert sein, und da zumeist ein starker Dunstkreis und eine Wolkenschicht am Ost-

himmel lagert, wird voraussichtlich der Mond erst sichtbar werden, wenn die Mitte der Finsternis eingetreten ist. Wer den Ort der Sonne bei ihrem Untergange festlegen kann, wird leicht gerade am gegenüberliegenden Punkte des Horizontes den Ort auffinden können, wo der verfinsterte Mond aufgehen muss. Dieser Punkt liegt etwa 17° südlich vom Ostpunkt, also nicht ganz in OSO am Horizont.

Zumeist erscheint der Mond während der Totalität in kupferroter Farbe. Dass der Mond überhaupt, nachdem er in den Kernschatten der Erde getreten ist, sichtbar bleibt, rührt bekanntlich daher, dass durch die Atmosphäre der Erde noch Sonnenlicht in den Kernschatten hineingebrochen wird. Ist daher während der Verfinsterung an den Erdorten, die 90° von den oben erwähnten abliegen, an denen der Mond im Zenit erscheint, der Himmel andauernd bewölkt, so wird der verfinsterte Teil des Mondes auch nur wenig Sonnenstrahlen erhalten können.

Es sind in der That von der Geschichte einzelne Mondfinsternisse verzeichnet, bei denen für das freie Auge der Mond vollständig verschwunden war. Wir erinnern hier nur an die von Kepler berichteten Verfinsterungen vom 9. Dezember 1601 und 15. Juni 1620 und die von Hevel in seiner Selenographie erwähnte vom 25. April 1642. Der Horizontalkreis, von dessen Bewölkung diesmal die Farbenerscheinungen auf dem verfinsterten Monde abhängen, geht durch Afrika, Deutschland, Oesterreich, Russland und Asien. Bei der Beobachtung ist besonders anzugeben, wo der röteste Teil des Schattens, der hellste ungefärbte und der dunkelste Teil liegt. Da sich die Lage dieser Punkte mit der Zeit ändert, so ist eine genaue Zeitangabe für die Bestimmungen nötig. Will man noch mehr thun, so kann man den Mond in verschiedene, etwa 24 Abschnitte einteilen und für jede Sektion angeben, welche Farbe sie in einem bestimmten Momente angenommen hat. Man kann auf diese Weise auch die Helligkeitsstufen der einzelnen Sektionen für die verschiedenen Zeiten der Totalität in bequemster Weise niederschreiben.

Hierfür eignet sich folgendes Schema:

Zeit	rötester	hellster ungefärbter	dunkelster Teil	Bemerkungen.
$9^h\ 3^m$	6	9	13	4 mattgrün, 3, 8, 22 bläulich.
$9^h\ 5^m$	8	11	15	2, 19 bleigrau, 4, 22 grün.
$9^h\ 7^m$	12	16	19	6, 9, 24 mattgelb etc.

Sehr wichtig wäre auch die direkte Vergleichung mit einer von einer konstanten Lichtquelle beleuchteten Farbentafel. Wenn man die verschiedenen Felder der Farbentafel wiederum mit Zahlen bezeichnet, so lassen sich, ohne viel schreiben zu müssen, wertvolle Beobachtungen anstellen.

Es ist auch darauf zu achten, ob eine Fortsetzung des Schattenrandes ausserhalb der Mondscheibe gesehen werden kann. Bei der Mondfinsternis am 3. August 1887 hat H. J. Klein zum ersten Mal den Erdschatten ausserhalb des Mondrandes als eine bleigraue Wand beobachtet. Bei der Mondfinsternis am 12. Juli 1889 sah E. Stuyvaert auf der Brüsseler Sternwarte den Erdschatten etwa 5 Bogenminuten ausserhalb der Mondscheibe, jedoch nur auf kurze Zeit. Auch sah M. Wolf in Heidelberg die Verlängerung des Schattens über die Mondscheibe hinaus und fand, dass der Himmel in der Umgebung des Mondes ausserhalb des Schattens viel heller erschien als im Erdschatten. Der Schatten zeigte sich am deutlichsten, wo die dichten Dunstwolken standen, sodass die Erscheinung aller Wahrscheinlichkeit nach ein irdischer bezw. ein subjectiver

Lichteffect ist. Jedenfalls wird bei der bevorstehenden Mondfinsternis auf diesen Punkt besonders zu achten sein, da in der Nähe des Horizonts die dunstigen Schichten nicht fehlen werden.

Sollen photographische Aufnahmen einer Mondfinsternis brauchbar sein, um die Vergrösserung des Radius des Erdschattens auf der Mondscheibe, soweit sie durch die Undurchlässigkeit unserer Atmosphäre für die chemischen Sonnenstrahlen hervorgerufen wird, zu bestimmen, so müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Alle Aufnahmen müssen auf Platten gleicher Empfindlichkeit gemacht werden.
2. Alle Expositionszeiten müssen unter einander gleich sein.
3. Alle Platten müssen unter gleichen Bedingungen entwickelt werden.

Die Aufnahmen können unter Umständen auf ein und derselben Platte gemacht werden. Der Amateur darf bei solchen Aufnahmen nur nicht vergessen, dass er den Apparat auf unendlich einstellt. Er thut gut, um sich einer scharfen Einstellung des Apparates vorher zu vergewissern, schon einige Abende vor der Mondfinsternis eine Serie von Mondaufnahmen auf ein und derselben Platte aufzunehmen. Auch wird er durch diese Probeaufnahmen am besten über die Expositionszeit und die nötigen Zwischenzeiten der einzelnen Aufnahmen sich Gewissheit verschaffen. — Auf der Treptow-Sternwarte finden von Sonntag, den 20. April ab, jeden Abend praktische Uebungen in solchen Aufnahmen auf der oberen Plattform, von 8 Uhr abends an, statt. — Man hatte früher geglaubt, dass das Mondlicht während der Totalität zu schwach sei — dasselbe besteht wegen der Brechung durch die Erdatmosphäre hauptsächlich aus roten Strahlen —, um eine Aufnahme des Mondes während der Totalität herzustellen. Eine Aufnahme, die Verfasser dieses im Jahre 1891 am 15. November, 12 Uhr 49 Min. 30 Sek., mit 3 Min. Expositionszeit angefertigt hat, ist deshalb noch von besonderem Interesse, weil sie den an der Südseite des Mondes während der Totalität noch etwa 15 Minuten lang sichtbaren grünblauen Saum sehr deutlich wiedergiebt. Man glaubt, dass dieser Lichtsaum, der früher nicht beobachtet worden ist, durch das Licht der Corona der Sonne hervorgerufen wird, da das Coronalicht vermöge seiner Höhe noch in den Schattenkegel der Erde eintreten kann, während das direkte Sonnenlicht völlig ausgeschlossen ist. Diese Aufnahme ist wiedergegeben in den „Photographischen Mitteilungen“ 29. Jahrgang, Seite 104.

Für solche spezielle Untersuchungen kommen natürlich obige 3 Bedingungen nicht in Betracht, sondern hier handelt es sich darum, während der Totalität möglichst lange Expositionszeiten zu erzielen. Solche Aufnahmen werden auch am besten jede für sich auf einer besonderen Platte gemacht. Ueber die vielen sonstigen Fragen, besonders in Bezug auf die Ursache der Vergrösserung des Erdschattens, werden unsere Leser durch eine hochinteressante Abhandlung des Herrn Prof. Dr. Leman, mit deren Veröffentlichung im nächsten Hefte begonnen wird, näheres erfahren.

Die Auffindung des verfinsterten Mondes wird dadurch für alle die, welche kein fest aufgestelltes Fernrohr mit Kreisablesungen besitzen, erleichtert, dass Spica, der hellste Stern in der Jungfrau, etwa in gleicher Deklination mit dem verfinsterten Monde steht und etwa $^3/_4$ Stunde vorher aufgehen wird.



Kleine Mitteilungen.

Die Verdoppelung der Marskanäle. In allen neueren Hypothesen über die physischen Zustände auf dem Planeten Mars spielen die sogen. Kanäle eine Hauptrolle. Ueber die Natur dieser fremdartigen Gebilde wird man aber nicht ins Reine kommen, solange man keine Erklärung für die zeitweilig auftretende Erscheinung ihrer Verdoppelung gefunden hat. Der Verdoppelung kommt, worauf vor einigen Jahren W. H. Pickering hingewiesen hat, eine bemerkenswerte Eigenschaft zu. Die verschiedenen Beobachter haben nämlich bei den Doppelkanälen die beiden Linien oder Teilkanäle stets im geringsten Abstand gesehen, in welchem die betreffenden Fernrohre überhaupt noch zwei parallele Linien getrennt erkennen lassen. Mit seinem Achtzöller hat Schiaparelli die Doppelkanäle um einen Betrag getrennt gesehen, der etwa 360 bis 480 km entspricht. Als er später an einem 18-Zöller beobachtete, sah er die Teilkanäle nur noch 200 bis 300 km weit auseinander stehen. Auch sind die Linien, während der Mars sich der Erde näherte oder wieder entfernte, immer unverrückt in gleichem scheinbaren Abstande verharrt, während man doch erwarten sollte, dass die Linien, wenn sie der Marsoberfläche selbst angehörten, immer weiter auseinanderrücken müssen, je näher uns der Planet kommt. Jetzt hat der Erlanger Mathematiker K. Strehl bewiesen, dass ganz kleine Unvollkommenheiten in der Einstellung des Fernrohroculars aus optischen Gründen Verdoppelungen von Linien hervorrufen, wobei die Trennung der Doppellinien von der Leistungsfähigkeit, namentlich vom Objektivdurchmesser des Fernrohrs abhängt. Allerdings ist Jemand, der von der Existenz intelligenter Marsbewohner überzeugt ist, welche die Wassercirculation in ihren künstlichen Riesenkanälen zu regulieren verstehen, nicht verhindert, noch etwas weiter zu gehen und sich die Intelligenz dieser „Menschen“ so hoch entwickelt zu denken, dass diese jedesmal die Schleusen näherer Seitenkanäle öffnen, wenn sie bemerken oder erfahren, dass auf der Erde kräftigere Fernrohre nach dem Mars gerichtet werden! — Sonderbarer Weise sind in den letzten Jahren die Kanalverdoppelungen nur noch ausnahmsweise beobachtet worden, trotz besserer Teleskope und trotz wachsender Uebung der Beobachter. Die Folgerung aus dieser Thatsache liegt zu nahe, als dass sie hier besonders ausgesprochen zu werden brauchte. A. B.

Bewegungen von Nebelflecken sind zum ersten Male 1890 durch Keeler auf der Lick-sternwarte mit Hilfe spectroskopischer Beobachtungen erkannt worden. So fand derselbe z. B., dass die Nebelmassen in der Nachbarschaft des Trapezes im Orionnebel sich in der Secunde um 17,7 km von uns entfernen und zwar konnte er diese Zahl bis auf 1,3 km (7 Proc.) verbürgen. Die extremste Geschwindigkeit, eine Annäherung von 65 km in der Secunde, zeigte ein heller Nebel im Drachen, während bei vier anderen die Entfernung von uns sich um 40 bis 50 km ändert. Seit kurzem werden in Potsdam Aufnahmen von Nebelspectren gemacht behufs Bestimmung der Nebelbewegungen längs der Sehrichtung. Nach Mitteilungen der Herren H. C. Vogel und J. Hartmann (in der Berliner Akad. d Wiss.) sind die gewonnenen Resultate viel versprechend. Der vorerwähnte Nebel im Drachen, ein anderer im Ophiuchus und ein dritter im Schwan wurden von Herrn Hartmann am grossen Refractor aufgenommen; die ermittelten Geschwindigkeiten sind — 65,8 km (Annäherung) beim ersten, — 10,5 km in der Mitte und — 6,7 km am Rande des zweiten, + 4,9 km (Entfernungszunahme) beim dritten Nebel. Für die beiden letzten Nebel hatte seinerzeit Keeler die Zahlen — 9,7 und + 10,1 km bekommen.

Bei dem Ophiuchusnebel ist ein Unterschied der Bewegung der Mitte und des Randes sehr wahrscheinlich, namentlich weil die Linien des Spectrums eine Krümmung zeigen, die wohl nur durch gegenseitige Verschiebungen einzelner Nebelpartien zu erklären ist. Zu einem ähnlichen Ergebnis haben die von Herrn Eberhard am kleineren photographischen Refractor ausgeführten Aufnahmen des Spectrums des Orionnebels geführt. Beim Trapez und etwas östlich davon besitzen die Nebelmassen eine Geschwindigkeit von + 17 km, dagegen ist westlich vom Trapez die Bewegung merklich kleiner, in 80″ Abstand nur etwa 10 km. Auch an weiter von der Mitte des Nebels abgelegenen Stellen wurden starke Bewegungsunterschiede nachgewiesen, wenn auch wegen der geringeren Leuchtkraft des Nebels mit verminderter Genauigkeit.

Bei den hellen Nebeln werden sich mit Hilfe der Photographie die Bewegungen bis auf einen Kilometer genau und vielleicht noch genauer feststellen lassen. Gelingt es dann noch, wie es nach obigen Mitteilungen nicht mehr zu bezweifeln ist, innerhalb einzelner Nebel gegenseitige Bewegungen nachzuweisen, so ist damit ein wesentlicher Fortschritt in der Erkenntnis der Natur der Nebel angebahnt. Aus der Grösse der relativen Bewegungen wird man Schlüsse ziehen können auf die Entfernungen, Massen und Dichten dieser Weltkörper, Dinge, über die vorläufig nur Vermutungen ausgesprochen werden können.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete
„DAS WELTALL“ Jahrgang 2, Heft 15.

(zu F. S. Archenhold: Vorläufiger Bericht über die Aufnahmen der totalen Mondfinsternis am 22. April 1902 zu Treptow, Seite 194.)

Tycho

Südpol.

Tycho

Copernicus

Kepler

Aristarch

Nordpol.

Kepler

Aristarch

Copernicus

Die Mondfinsternis am 22. April 1902

9 Uhr 11 Min. 31—34 Sek.

3 Sekunden Expositionszeit.

Photographiert von F. S. Archenhold mit dem grossen Refractor der Treptow-Sternwarte.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 15. Heft. **F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.** **1902 Mai 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Ueber Schattenphänomene bei Finsternissen.

Vortrag,

gehalten auf der Treptow-Sternwarte

am 68. Beobachtungsabend des „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte“ am 9. Oktober 1901

von Dr. A. Leman in Charlottenburg.

M. D. und H! Die Himmelsereignisse, welche wir mit dem Namen Finsternisse oder Verfinsterungen bezeichnen, sind von jeher mit Aufmerksamkeit verfolgt worden. In den ältesten Zeiten als Unheil verkündende Zeichen angesehen und als solche Furcht und Schrecken verbreitend, bieten sie jetzt dem gebildeten, für die mannigfaltigen Naturerscheinungen nicht unempfindlichen Laien majestätische Schauspiele dar, deren eigenartiger Reiz nicht zum kleinsten Teile in dem Bewusstsein des Beobachters beruhen mag, ihrer Ursache nicht kenntnislos gegenüber zu stehen. Für die Wissenschaft sind sie nach sehr verschiedenen Richtungen hin von weittragender Bedeutung geworden. So haben beispielsweise von Olaf Römer im Jahre 1675 bei den Verfinsterungen der Jupiterstrabanten beobachtete eigentümliche Umstände, welche anfänglich völlig rätselhaft erschienen, in der Folge zu der Erkenntnis geführt, dass das Licht zu seinem Fortschreiten im Raume einer messbaren Zeit bedarf. Die Beobachtungen der totalen Verfinsterungen unseres Tagesgestirns durch den Mond haben wertvolle Aufschlüsse über die Natur des Sonnenkörpers und die sich auf demselben abspielenden gewaltigen physikalischen Vorgänge geliefert. Die Vorübergänge des Planeten Venus vor der Sonnenscheibe, folgerichtig gleichfalls als teilweise Verfinsterungen der letzteren anzusehen, geben eines der wichtigsten und zuverlässigsten Hilfsmittel ab, die räumlichen Entfernungen der einzelnen Glieder unseres Sonnensystems, sowie ihre körperlichen Abmessungen mit denen des Erdkörpers in Beziehung zu setzen und damit auf einen unserer Anschauung zugänglichen Massstab zu bringen.

Eigentümlicher, oder vielmehr, um sachgemäss zu sprechen, sehr natürlicher Weise wurden aber eigentlich gerade die bei den Verfinsterungen hervortretenden Nebenerscheinungen zur Quelle der Fortschritte wissenschaftlicher Erkenntnis, während der zeitliche Verlauf des Hauptphänomens im Wesent-



lichen nur als ein Mittel zur Prüfung, bezw. Berichtigung und Vervollständigung der rechnerischen Grundlagen der astronomischen Wissenschaft zu betrachten ist.

Auch bei den Verfinsterungen unseres Erdtrabanten zeigen sich zwei bemerkenswerte Nebenerscheinungen, für deren Ursache es bis zur jüngsten Zeit an einer völlig befriedigenden Erklärung mangelte, und auch hier hat das endliche Gelingen einer solchen, wenn auch nicht gerade zu epochemachenden Entdeckungen oder fundamentalen Errungenschaften, wie die vorhin angeführten, so doch zu sehr interessanten Erweiterungen des vom menschlichen Geiste beherrschten Gebietes der Naturgesetze geführt. Die eine dieser merkwürdigen Erscheinungen besteht in der sogenannten scheinbaren Vergrösserung des Erdschattendurchmessers. Damit hat es folgende Bewandtnis: Von dem Rande des kreisförmigen Schattenbildes der Erde können wir auf der Mondscheibe immer nur ein Stück übersehen, weil der Durchmesser des ganzen Schattenbildes denjenigen der Mondscheibe nahezu um das 2,6fache übertrifft. Aus diesem kurzen Stücke des Randes, welches im günstigsten Falle nur etwa den achten Teil des ganzen Umfanges ausmacht, erhält man natürlich nur eine sehr unsichere Vorstellung von der Grösse des Durchmessers. Wird aber der Eintritt irgend eines bestimmten Punktes der Mondoberfläche, z. B. eines der Krater in den Erdschatten beobachtet, so sieht man denselben stets merklich, mindestens $1^1/_2$ Minuten früher erfolgen, als der Rechnung nach erwartet werden sollte; in gleicher Weise erfolgt der Austritt desselben Punktes aus dem Schatten um ebensoviel später. Geht z. B. der Mond einmal nahezu central durch den Erdschatten hindurch, so beträgt die Dauer der Verfinsterung für einen jeden Punkt seiner Oberfläche rechnungsmässig etwa $2^1/_2$ Stunde. Diese Zeit ist allerdings bei jeder Verfinsterung etwas verschieden gross wegen des Wechsels in den Abständen zwischen Mond und Erde einerseits und letzterer und der Sonne anderseits. In jedem solchen Falle aber liefert die Beobachtung eine um etwa 3 Minuten grössere Verfinsterungsdauer, als die Rechnung unmittelbar angiebt. Zahlreiche Beobachtungen solcher Art sind gesammelt und kritisch bearbeitet worden; sie haben zu dem Ergebnis geführt, dass der Durchmesser des Schattenbildes stets um etwa seinen fünfzigsten Teil grösser erscheint, als er der Rechnung nach sein sollte.

Die zweite der erwähnten Nebenerscheinungen ist unter dem Namen des *Lumen secundarium* bekannt. Wenn bei einer totalen Mondfinsternis der grösste Teil der Mondscheibe in den Erdschatten eingetreten ist, so dass nur noch eine schmale Sichel unverfinstert erscheint, so beginnt der derselben diametral gegenüberliegende Teil der Mondoberfläche sich wieder aufzuhellen, meist in bräunlichem, kupferfarbigem Schimmer. Die Auflichtung wächst in dem Masse, als die Verfinsterung fortschreitet und wird, nachdem der Mond ganz in den Erdschatten eingetreten ist, häufig so stark, dass es wieder möglich wird, wenigstens die hervortretendsten Einzelheiten der Mondoberfläche, welche in dem Rande des Schattens völlig verschwunden waren, auf's neue zu erkennen. Die Aufhellung verschwindet wieder, sobald beim Herannahen des Endes der Verfinsterung ein Stück der Mondscheibe aus dem Schatten herausgetreten ist. Diese Erscheinung tritt jedoch im Gegensatze zu der ersten nicht in gleichem Grade bei allen Finsternissen hervor; ja es sind solche beobachtet worden, bei denen sie ganz fehlte und der Mond eine Zeit lang vollständig vom Himmel verschwunden schien. (Vergl. Weltall, Jg. 2, S. 178.)

Es unterliegt keinem Zweifel, dass wir in dieser zweiten Nebenerscheinung lediglich eine Wirkung der den undurchsichtigen Erdkörper umgebenden, licht-durchlässigen, gasförmigen Hülle, Atmosphäre genannt, zu erblicken haben, denn in der That lässt sich ja eine andere Quelle, aus der das in dem Schattenbilde wirksame Licht stammen könnte, nicht angeben. Auch die graduelle Veränderlichkeit verträgt sich sehr gut mit dieser freilich etwas allgemein gehaltenen Erklärung, weil ja die Durchlässigkeit der Atmosphäre selbst in Folge der meteorologischen Vorgänge in derselben sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen ist.

Schwierigkeit bereitet nur die Frage, wie man sich eine solche Wirkung der Atmosphäre näher zu denken habe, d. h. auf welchen bekannten Naturgesetzen sie beruhe. In noch grösserer Verlegenheit aber befindet man sich der ersterwähnten Erscheinung gegenüber; für diese lässt sich nicht einmal eine ähnlich einfache, wenn auch nur oberflächliche Erklärung geben, die nicht entweder augenfällig unzulänglich wäre oder bei nur einigermassen schärferem Zusehen auf Widersprüche mit sonstigen Erfahrungsthatsachen führte. Der nahe liegende Gedanke, dass die dichten Trübungen der Atmosphäre, welche wir als Regenwolken über dem Erdboden schweben sehen, an der Schattenerzeugung Teil nehmen möchten, ergiebt keine befriedigende Lösung des Problemes, denn die Höhen, in welchen derartige, der Undurchsichtigkeit sich nähernde Wolkengebilde vorkommen, überschreiten erfahrungsmässig wenige Kilometer nicht und reichen deshalb lange nicht hin, eine Vergrösserung des Erdschattens in dem den astronomischen Beobachtungen entsprechenden Betrage zu bewirken. Ueber diesen Wolkenschichten wird aber die Luft, wie die Besteigungen hoher Berge und noch besser die Ballonfahrten gelehrt haben, rasch so ausserordentlich klar und durchsichtig, dass es absurd wäre, ihr die Fähigkeit beizulegen, einen Schatten zu werfen, der seiner Dunkelheit nach dem des völlig undurchsichtigen Erdballes gleich käme. Andere Hypothesen hier zu kritisieren, muss ich mir mit Rücksicht auf die zur Verfügung stehende Zeit versagen, ich kann dies aber um so leichteren Herzens, als in meinen folgenden didaktischen Auseinandersetzungen ihre Würdigung mit enthalten sein wird. Insbesondere wird alsbald die zuerst von Lambert und später von Mädler aufgestellte, welche der Lösung des Rätsels bereits ziemlich nahe kam und nur zu aphoristisch gehalten war, um überzeugend wirken zu können, eingehende Besprechung erfahren, und zwar als Hilfsmittel zur Einführung in die schwierigere und tiefer liegende Theorie, welche die erschöpfende Erklärung des Phänomens liefert. Endlich wird auch die in neuerer Zeit von Herrn Dr. F. Plehn vertretene Ansicht über diese Frage ihre Beleuchtung dabei finden.

Das Verdienst, das in Rede stehende Problem auf Grund optischer Betrachtungen und genauer mathematischer Rechnungen streng wissenschaftlich behandelt und zu einem endgiltigen Abschluss geführt zu haben, gebührt dem Direktor der Kgl. Sternwarte in München, Herrn Prof. Dr. Seeliger. Die von ihm über diesen Gegenstand in den Verhandlungen der Kgl. Bayrischen Akademie der Wissenschaften veröffentlichte Arbeit ist aber unmittelbar nur für den mit den Hilfsmitteln der höheren Mathematik vertrauten und in den astronomischen Rechnungsmethoden erfahrenen Fachmann verständlich. Auf Anregung Ihres werten Herrn Direktor Archenhold will ich den Versuch unternehmen, Ihnen einen Einblick in den Gedankengang dieser interessanten Untersuchungen zu eröffnen. Viel mehr als einen solchen werde ich Ihnen freilich

nicht geben können, da ich es mir ja versagen muss, auf die mathematischen Begründungen einzugehen. Immerhin aber hoffe ich, wenn Sie mir nur gestatten wollen, etwas weiter auszuholen, und auch, da der direkte Weg für uns zu steinig und beschwerlich ist, einige Umwege zu nehmen, mit Ihnen zu einem Ziele zu gelangen, von welchem aus Sie die grundlegende Bedeutung der Endergebnisse der Arbeit Professor Seeliger's befriedigend zu überblicken im Stande sein werden.

Im gewöhnlichen Sprachgebrauch verbindet man mit dem Worte Schatten einen etwas schwankenden Begriff; es wird gut sein, denselben genauer zu fixieren, um von vornherein Verwechselungen und daraus entspringende irrtümliche Vorstellungen auszuschliessen. Ein Schatten im weitesten Sinne des Wortes entsteht jederzeit hinter einem Gegenstande, welcher die von einer Lichtquelle herkommenden Strahlen an ihrer geradlinigen Fortpflanzung verhindert. In dieser allgemeinsten Bedeutung sprechen wir vom Schatten des Waldes, eines Hauses u. dergl. Hierbei denken wir wesentlich nur an den Raum, in welchem das sonst vorhandene Licht fehlt, aber nicht an die Grenzen, die ein solcher schattige Raum doch notwendig haben muss. Schärfer würden wir also den Ausdruck Schattenraum anwenden sollen. Sobald wir aber unsere Aufmerksamkeit auf jene Grenzen lenken, beginnt das Wort seine bisherige Bedeutung zu ändern, und der Wechsel wird vollständig, wenn wir an die Figur denken, die ein solcher Schattenraum auf einer Fläche hervorruft, die ihn durchschneidet. Indem wir in dieser Figur den Umriss des schattengebenden Körpers mehr oder weniger deutlich wieder erkennen, sprechen wir dann auch wieder bestimmter von einem Schattenbilde.

Um die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes zu verhindern, bedarf es nicht etwa notwendig eines undurchsichtigen Körpers, welcher die Strahlen einfach abfängt und überhaupt am Weitergange hindert. Auch fast ein jeder durchsichtige Gegenstand übt die gleiche Wirkung aus, nur in etwas anderer Weise, indem er die Strahlen durch Brechung aus ihrer ursprünglichen Richtung bringt. Er erzeugt deshalb, worauf bereits Kepler in seiner Optik aufmerksam gemacht hat, ebensowohl einen Schattenraum, wie ein undurchsichtiger, mit dem einzigen Unterschiede, dass in diesem Schattenraume noch die abgelenkten Lichtstrahlen verlaufen. Es liegt auf der Hand, dass letzterer Umstand gar keinen wesentlichen Unterschied bedeutet, sondern als eine blosse Begleiterscheinung angesehen werden kann, eine Begleiterscheinung freilich, die einer Ausnutzung fähig ist und daher in manchen Fällen, nämlich bei den zu optischen Zwecken benutzten Linsengläsern gerade zur Hauptsache wird, der gegenüber das Schattenphänomen eine ganz nebensächliche Rolle spielt und deshalb meist garnicht weiter beachtet wird.

Fast alltäglich lassen sich Erscheinungen beobachten, welche als belehrende Beispiele hierfür dienen können. Fällt das Sonnenlicht durch das geöffnete Fenster auf eine weisse Fläche, z. B. einen Bogen Papier, so erscheint derselbe ganz gleichmässig hell. Stellen wir dann auf das Fensterbrett irgend eine Flasche aus klarem, weissem Glase, gleichgiltig ob leer oder auch mit Wasser gefüllt, so wirft dieselbe auf den Papierbogen ein Schattenbild, an welchem wir die Gestalt der Flasche wieder erkennen und welches sich in nichts von demjenigen des undurchsichtigen Fensterbrettes unterscheidet. Höchstens zeigen sich darin einige helle Flecke, welche eben durch die Wirkung der zwar durch-

gelassenen, aber von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkten Lichtstrahlen zu Stande kommen, doch aber sicher als etwas ganz Nebensächliches anzusehen sind. Schliessen wir dann aber das Fenster, so erhält die Papierfläche, auch wenn die Fensterscheibe völlig klar geputzt ist, ein ganz anderes Aussehen als vorher; sie macht den Eindruck, als ob sie marmoriert wäre. Das kommt daher, dass die Dicke des gewöhnlichen Fensterglases um kleine Beträge hin und her schwankt und die Lichtstrahlen dadurch in ganz unregelmässiger Weise von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt werden. Auf dem Papiere finden sich daher Stellen, welche mehr, andere, welche weniger Licht enthalten, als vorher bei offenem Fenster. Wir sehen darin also thatsächlich eine Schattenwirkung der Fensterscheibe, und dennoch kein Schattenbild derselben; es fehlt die erkennbare Begrenzung, weil ja der schattenwerfende Körper selbst keinen bestimmten Umriss besitzt. Natürlich muss man dabei an den Schatten der Scheibe selbst denken und nicht den des Rahmens damit verwechseln. Wenn aber zufällig in der Scheibe eine grössere Luftblase ist, so finden wir auch wieder ein deren Umrissen entsprechendes Schattenbild.

Von dem Schattenraume, der die Erde, einschliesslich ihrer durchsichtigen Umhüllung bei ihrem Umlaufe um die Sonne wie ein von dieser abgewandter, in den Weltenraum gerichteter starrer Zeiger ständig begleitet, nehmen wir für gewöhnlich gar nichts wahr, ausgenommen, dass wir uns zur Nachtzeit selbst darin befinden. Erst wenn er bei einer Verfinsterung des Mondes von dessen Oberfläche durchschnitten wird, erkennen wir sein Dasein durch das Auftreten eines Schattenbildes. Mit dem heutigen Stande der Kenntnis von der Natur der Atmosphäre verträgt sich die früher herrschende Vorstellung, dass dieselbe irgendwo eine bestimmte Grenze besässe, nicht mehr. Die Erfahrung hat gelehrt, dass die Dichte der Luft mit der Erhebung über den Erdboden mehr und mehr abnimmt, jedoch in einer solchen Weise, dass sie zwar allmählich unmessbar gering werden muss, aber doch niemals ganz aufhören kann. Mit der Dichte nimmt auch ihre optische Wirksamkeit ganz allmählich ab, ohne jedoch jemals absolut zu verschwinden. Hieraus aber leuchtet nach dem vorhin Erörterten ein, dass die Atmosphäre allerdings einen Schattenraum erzeugen wird, der jedoch keine bestimmte Abgrenzung besitzt und dessen Durchschnitt daher auch niemals ein Schattenbild liefern kann, für welches ja die Begrenzung gerade die wesentliche Bedingung ist. Der Schattenraum wird sich mit dem des undurchsichtigen Erdkörpers vermischen; das auf der Mondoberfläche sichtbare Schattenbild aber kann lediglich von diesem allein herrühren und höchstens in seiner Dunkelheit durch die von der Atmosphäre abgelenkten Lichtstrahlen beeinflusst werden.

Bis jetzt haben wir die Art der Lichtquelle noch ganz ausser Acht gelassen. Dieselbe kann entweder einem blossen Punkt sehr nahe kommen, wie uns ein Fixstern am Himmel wegen seiner ungeheuren Entfernung erscheint; sie kann den Charakter einer Linie annehmen, wie die sehr dünnen Fäden der elektrischen Glühlampen. Endlich kann sie auch eine Fläche von merklicher Ausdehnung darstellen, wie die Sonnenscheibe. Im ersten Falle wird natürlich der Schatten eines undurchsichtigen Körpers überhaupt keine von der Lichtquelle herkommenden Strahlen mehr enthalten können und deshalb überall gleichmässig dunkel sein. In den beiden anderen Fällen aber müssen in dem Schattenraume notwendig zwei verschiedene Gebiete auftreten, in deren einem ebenfalls gar keine von der Lichtquelle herkommende Strahlen vorhanden sind, während in

dem anderen nur die von einem Teile derselben ausgehenden fehlen. Das erste dieser Gebiete wird als das des Kernschattens, das zweite als Halbschatten bezeichnet, und diese beiden Bezeichnungen werden auch auf das Schattenbild übertragen, welches auf einer auffangenden Fläche sichtbar wird, wobei jedoch unter Umständen das Kernschattengebiet fehlen kann, das des Halbschattens aber niemals. Das Schattenbild wird also im allgemeinen eine Verbindung von Kern- und Halbschatten darstellen, deren Natur zunächst etwas näher untersucht werden muss. Lassen Sie uns dasselbe daher einer Analyse unterwerfen, und zwar für den uns ja besonders interessierenden Fall, dass die Lichtquelle die



Fig. 1. Fig. 2.

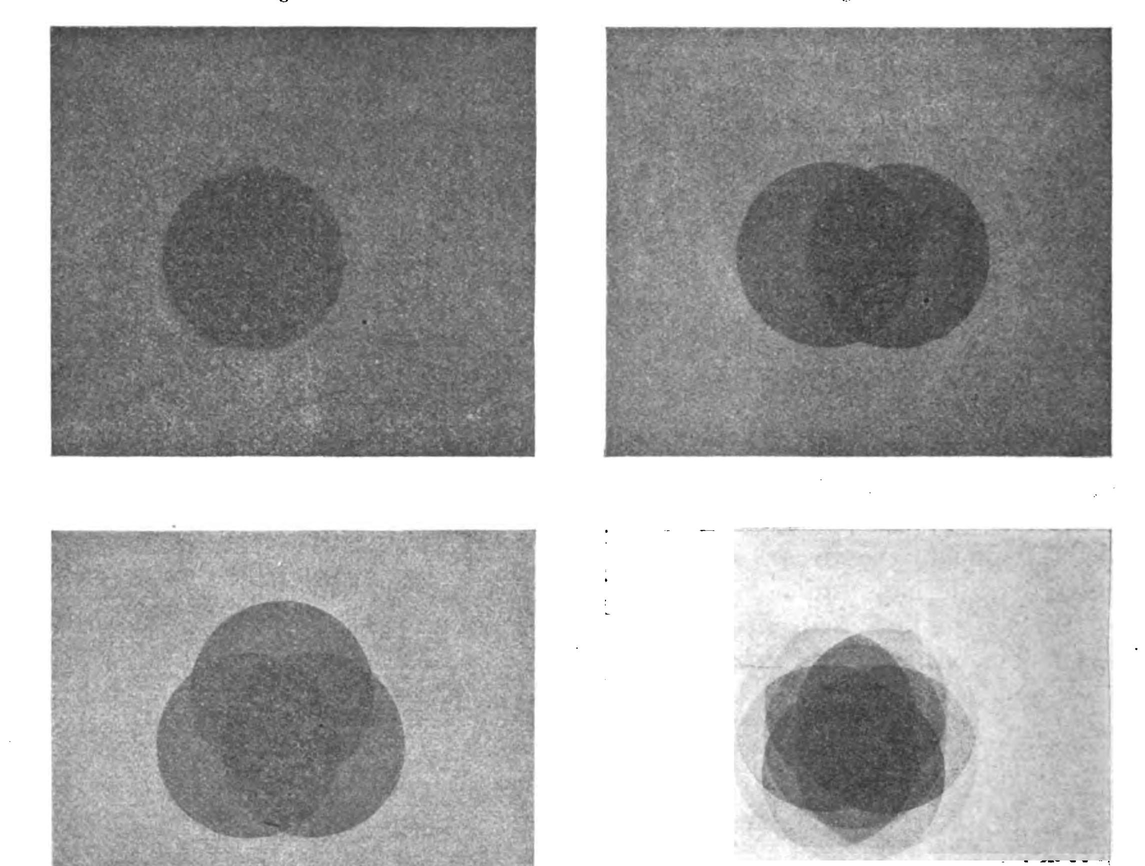


Fig. 3. Fig. 4.

Gestalt einer kreisförmigen Scheibe besitzt, wie die Sonne, und der schattenwerfende Körper einen kreisförmigen Umriss, wie die Erde.

Vor das Objektiv der Projektionslampe, die uns zu den späteren Vorführungen dienen wird, habe ich eine Platte mattgeschliffenen Glases gesetzt und dadurch eine nach allen Seiten hin nahezu gleichmässig Licht ausstrahlende Fläche von kreisförmiger Begrenzung hergestellt. Von dieser Fläche blende ich jetzt zunächst den grössten Teil durch einen undurchsichtigen Deckel ab und lasse nur durch ein kleines Loch in letzterem die annähernd von einem Punkte der ganzen leuchtenden Fläche ausgehenden Lichtstrahlen zur Wirkung kommen.

Sie bemerken den Effekt: die vorher kräftig beleuchtete Fläche der Auffangeleinewand erscheint jetzt nur noch dürftig erhellt. In das von dem Loche ausgehende Strahlenbündel lasse ich eine runde Pappscheibe stellen; sie erzeugt auf der Leinewand ein ziemlich scharf begrenztes Schattenbild (Fig. 1), das freilich auf dem dunklen Hintergrund nur schwach hervortritt. Das von diesem Schattenbilde eingenommene Flächenstück des Leinewandschirmes empfängt natürlich gar kein Licht mehr von der leuchtenden Fläche und würde deshalb absolut dunkel sein, wenn es möglich wäre, all und jedes Nebenlicht auszuschliessen. Sein Helligkeitunterschied gegen die Umgebung — ich will diese der Bequemlichkeit des Ausdruckes wegen fortan als den Hintergrund bezeichnen — würde darum aber doch nicht stärker werden, denn das vorhandene Nebenlicht trägt ja genau ebensoviel auch zur Beleuchtung des ganzen Schirmes bei.

Jetzt öffne ich ein zweites Loch in dem Deckel, ziemlich weit von dem ersten entfernt, aber eben so gross wie dieses. Die Beleuchtung der Leinewand wird etwas stärker, freilich kaum merkbar, und es entsteht noch ein zweites Schattenbild der Pappscheibe neben dem ersten (Fig. 2). Ihrer Aufmerksamkeit wird nicht entgehen, dass der Kontrast jedes der beiden Schattenbilder gegen den Hintergrund nicht stärker geworden ist, als er vorhin war, obwohl der letztere doch heller ist. Sie erblicken darin sofort eine Bestätigung dessen, was ich soeben von der Wirkung des Nebenlichtes gesagt habe, denn die Stelle, wo das erste Schattenbild liegt, bekommt ja jetzt Licht aus dem zweiten Loche, d. h. Nebenlicht, und zwar genau eben so viel, wie seine Umgebung, und entsprechend verhält es sich mit dem anderen Schattenbilde. Sie bemerken aber noch eine neue Erscheinung; die beiden Schattenbilder überdecken sich teilweise, und das beiden gemeinschaftlich angehörende zweieckige Flächenstück erscheint merklich dunkler. Ganz natürlich, denn hier hinein kann ja weder von dem einen noch dem anderen Loche her Licht gelangen. Fassen wir nun aber die beiden Löcher als zusammengehörig, d. h. als eine einzige, wenn auch aus zwei getrennten Punkten bestehende Lichtquelle auf, so haben wir auch die ganze Schattenerscheinung als ein zusammenhängendes Gebilde anzusehen und können darauf die vorhin kennen gelernten charakterisierenden Bezeichnungen anwenden. Das zweieckige Mittelstück bildet den Kernschatten, die beiden sichelförmigen Stücke zusammen den Halbschatten.

Oeffnen wir noch ein drittes Loch in dem Deckel oder lassen wir, in eleganterer, wissenschaftlicher Ausdrucksweise sprechend, noch ein drittes Element der leuchtenden Fläche in Wirksamkeit treten, welches mit den vorigen beiden die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bildet! Auf dem wiederum um eine Nüance heller gewordenen Hintergrunde zeigt sich ein Schattengebilde (Fig. 3), welches aus drei gleich grossen, in einander einschneidenden Kreisen besteht. In dem innersten dreieckigen Flächenstück mit bogenförmigen Seiten überdecken sich alle drei. Dort hinein kommen also wieder gar keine Strahlen von der aus den drei getrennten Punkten bestehenden Lichtquelle; es stellt jetzt den Kernschatten dar und erscheint genau ebenso dunkel, wie vorhin das zweieckige. Daran schliessen sich drei zwickelförmige Stücke, in welchen sich nur je zwei der Kreise überdecken, in denen also bereits Nebenlicht von je einem der drei Elemente eine etwas grössere Helligkeit hervorbringt. An diese Zwickel setzen sich drei andere Stücke an, welche etwa sichelförmig genannt werden können, wenn man von dem stumpfen Knick ihrer inneren Begrenzungslinie absehen will. Sie sind augenfällig wieder etwas weniger dunkel als die Zwickel; in ihnen

ist ja auch das Licht von je zweien der Elemente wirksam. Endlich ist ihr Abstich gegen den Hintergrund, der von allen drei Löchern Licht empfängt, genau ebenso stark, oder deutlicher gesagt, ebenso schwach, wie derjenige des zuerst betrachteten, einfachen Schattens gegen den damaligen, nur von einem Elemente beleuchteten. Er erscheint dem Auge aber sogar noch geringer, weil es ihn nicht mehr unbefangen auffasst, sondern unwillkürlich mit dem merklich stärkeren des Kernschattens vergleicht und etwas ungerecht beurteilt. Die sechs Flächenstücke bilden zusammen das Halbschattengebiet; in diesem herrschen demnach jetzt zwei verschiedene Helligkeitstufen.

Ich habe bis jetzt nur wenige Elemente der leuchtenden Fläche in Betracht gezogen, und zwar nur solche, welche dem Rande derselben nahe gelegen waren. Natürlich wird die ganze Schattenerscheinung verwickelter, wenn wir noch mehr Elemente des Randes, und abermals verwickelter, wenn wir auch noch solche im Innern in Wirksamkeit setzen. Ich führe Ihnen nur noch rasch das Bild vor, welches durch das Zusammenwirken von sieben Elementen entsteht, von denen sich sechs gleichförmig um das siebente herumgruppieren (Fig. 4). Hier nimmt der Kernschatten die Form eines regelmässigen Sechseckes mit bogenförmigen Seiten an; das Halbschattengebiet aber setzt sich zusammen aus sechs Gruppen von je sieben verschiedenartig gestalteten Flächenstücken, welche sich sternförmig um den Kernschatten herumlagern und in welchen sich der Uebergang von der Dunkelheit des letzteren zu der jetzt schon beträchtlich grösseren Helligkeit des Hintergrundes in sechs gleichen Abstufungen vollzieht. Diese Flächenstücke sind aber, wenigstens die mehr nach der Mitte zu gelegenen, ziemlich klein geworden, ja einige sind von so geringem Inhalt, dass es schon einiger Mühe bedarf, sie überhaupt noch zu erkennen. Ebenso gelingt es zwar noch gerade, aber doch auch nur bei geschärfter Aufmerksamkeit, die sieben einzelnen Kreise auseinander zu halten, durch deren teilweise Ueberdeckung die ganze Schattenfigur ja entstanden zu denken ist.

Nun, ich denke, meine verehrte Zuhörerschaft sieht bereits das Ziel auftauchen, dem ich mit ihr zusteuere. Je mehr Elemente der leuchtenden Fläche in Wirksamkeit treten, um so grösser wird die Helligkeit des Hintergrundes, um so stärker tritt darum die sich stets gleich bleibende Dunkelheit des Kernschattens hervor und um so mehr Abstufungen entstehen in dem Halbschattengebiet zwischen beiden. Die verschiedenartig geformten Flächenstücke, die in den vorhin betrachteten Figuren gewissermassen als Träger der Helligkeitstufen erschienen, wachsen, wie Sie das ja deutlich gesehen haben, ihrer Anzahl nach mehr und mehr, und müssen, da ihr Gesamtraum doch nahezu der gleiche bleibt, in ihrer Grösse mehr und mehr abnehmen, schliesslich ganz ineinander verfliessen. Nun stellten die bei den Versuchen benutzten Löcher in dem Deckel doch nur in ganz roher Annäherung Elemente der leuchtenden Fläche dar; gehen wir dazu über, letztere aus einer ungeheuren Menge äusserst kleiner Elemente bestehend zu denken, so gelangen wir dazu, uns bereits im Vorhinein eine Vorstellung davon zu bilden, wie das Schattenbild beschaffen sein muss, welches nach gänzlicher Entfernung des Deckels zum Vorschein kommen wird. In dem Halbschatten werden notwendig alle möglichen Helligkeitgrade enthalten sein müssen, welche zwischen der Dunkelheit des Kernschattens und der Helligkeit des Hintergrundes liegen. Von einer Abstufung wird deshalb keine Rede mehr sein können, vielmehr werden alle diese Helligkeitgrade in konzentrischen Zonen ganz allmählich, ohne irgend einen Sprung ineinander übergehen müssen.

Der Worte sind genug gewechselt, lasst uns nun endlich Thaten sehn! — Ganz sicher würde ich mich einem mitleidigen Lächeln aussetzen, wenn ich kühnlich behaupten wollte, dass das jetzt vor Ihnen entstandene Schattenbild (Fig. 5) mit der soeben davon entwickelten Vorstellung auch nur einigermassen in Einklang stände. Statt des erwarteten sanften Ueberganges von Hell zu Dunkel erkennen Sie eigentlich nur drei merklich von einander verschiedene Stufen der Helligkeit, die zwar nicht ganz scharf gegen einander abgesetzt sind, aber doch ziemlich deutlich angebbare, wenn auch etwas verwaschene Grenzen besitzen. Diesen Eindruck haben Sie aber nur deshalb, weil sich Ihr Auge in grösserer Entfernung von dem Schirm befindet. Könnten Sie das Bild aus solcher Nähe betrachten, dass dabei auch noch nebenher die Struktur der Hintergrundfläche, z. B. hier die Fäden der Leinewand, erkennbar wären, so würden sie thatsächlich fast (ich betone aber ausdrücklich das Wörtchen „fast") vollkommene Uebereinstimmung zwischen Theorie und Wirklichkeit finden. Da aber somit die ganze überraschende Erscheinung nur durch die grössere oder geringere Entfernung des Auges von dem Bilde bedingt ist, so liegt der Schluss doch nahe, dass ihre Ursache nirgendwo anders als im Auge selbst liegen kann, und in der That lässt sie sich auf zwei verschiedenartige, durch geeignete Experimente leicht nachzu weisende Eigentümlichkeiten desselben zurückführen.

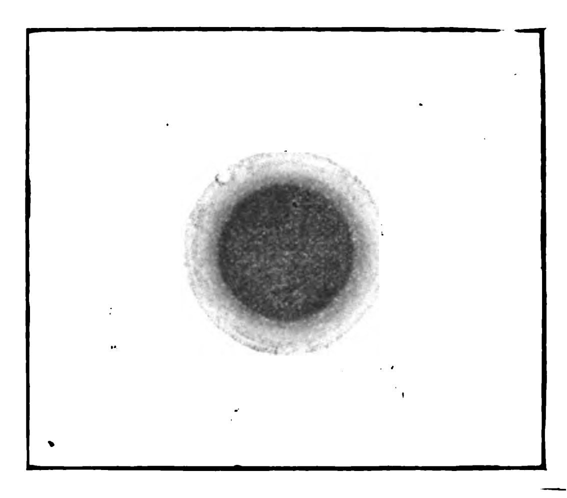


Fig. 5.

Unser Auge, obwohl das edelste, herrlichste Organ, mit dem uns die Natur begabt hat, ist darum doch nicht frei von mancherlei Unvollkommenheiten, die ihm vermöge seiner Einrichtung als organisches Gebilde anhaften. Vielleicht finde ich später einmal Gelegenheit, Ihnen über seinen höchst bewundernswerten Bau und den Vorgang des Sehens Näheres zu erzählen; für heute muss ich kurz darüber hinweggehen. Manche dieser Unvollkommenheiten werden wir für gewöhnlich gar nicht gewahr und darum bereiten sie uns in Fällen, wo ihre Wirkungen in auffälliger Weise hervortreten, solche Ueberraschungen wie soeben. Die Fähigkeit, Helligkeiten ihrem Verhältnisse nach annähernd richtig zu beurteilen, geht uns fast ganz ab, und unser sonst so feiner Gesichtssinn steht in dieser Hinsicht kaum auf höherer Stufe als das Gehör, oder auch als der doch meist als sehr untergeordnet angesehene Tastsinn in Bezug auf die Schätzung der Stärke von Geräuschen bezw. von Gewichtsverhältnissen. Gröbere Helligkeitunterschiede werden freilich im Allgemeinen leicht wahrgenommen, ob aber z. B. eine Fläche dreissig- oder hundertmal heller beleuchtet ist, als eine andere, kann schon niemand mehr mit einiger Sicherheit aussagen. Dabei kommt indessen viel auf äussere Umstände an. Mitunter können sich sogar sehr erhebliche Helligkeitunterschiede auf ein und derselben Fläche der unmittelbaren Wahrnehmung gänzlich entziehen. Ein interessantes Beispiel hierfür, das ich deshalb besonders hervorhebe, weil es für unsere späteren Besprechungen von hervorragender Wichtigkeit werden wird, bietet uns die Sonnenscheibe.

Wer von Ihnen sie jemals beim Auf- oder Untergang mit blossem Auge oder zu anderer Tageszeit durch ein dunkles Glas betrachtet hat, wird sie sicher für eine vollkommen gleichmässig leuchtende Fläche erklären. Und doch haben sorgfältige photometrische Beobachtungen, die Herr Professor Dr. Vogel, der Direktor des astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam, ausgeführt, gezeigt, dass ihre Helligkeit nach dem Rande zu stark abfällt. In nahezu $^1/_{10}$ des Durchmessers Entfernung vom Rande beträgt sie nur noch etwa $^3/_4$, und in $^1/_{100}$ des Durchmessers nur noch $^4/_{10}$ von derjenigen in der Mitte.

Die Empfindlichkeit des Auges gegen Helligkeitunterschiede sinkt aber sehr rasch, wenn letztere klein werden, und geht schliesslich so gut wie ganz verloren. Zwei in Wirklichkeit verschieden hell beleuchtete Flächen werden so lange noch für gleich hell gehalten, als der Unterschied unterhalb einer gewissen Grenze liegt. Diese Empfindlichkeit ist für verschiedene Augen selbst verschieden und kann auch durch Uebung erhöht werden. Das Auge des Physikers z. B., der viel mittels des Photometers arbeitet, wird in dieser Beziehung sehr merklich geschärft, nur muss er es vor Ermüdung hüten. Man kann ihr auch durch mancherlei künstliche Einrichtungen zu Hilfe kommen, indem man alle Störungen durch Nebenlicht aufs Sorgfältigste verhütet und wie bei den neueren, verfeinerten Photometern den in Bezug auf ihre Helligkeit zu vergleichenden Flächen Formen giebt, welche durch die Erfahrung als besonders günstig wirkend erkannt worden sind. Unter gewöhnlichen Umständen aber ist die Empfindlichkeit am grössten, wenn die zu vergleichenden Flächen ihrem Inhalte nach gleich gross sind, andernfalls wird der grösseren Fläche stets das Uebergewicht über die kleinere zuerteilt und zwar um so mehr, je stärker das Verhältnis ihrer Flächenräume ist.

Nun haben wir in unserem Schattenbilde am äusseren Rande die grosse, hell beleuchtete Fläche des Hintergrundes. Innerhalb derselben beginnt der Halbschatten mit einer äusserst schmalen Zone, in welcher sich die Beleuchtungstärke nur ganz wenig von der des Hintergrundes unterscheidet. Das Auge nimmt sie deshalb gar nicht wahr und rechnet sie dem Hintergrunde noch zu. Dasselbe geschieht auch noch mit der nächsten Zone und ebenso mit einer Reihe der auf diese folgenden, in welchen die Dunkelheit zwar mehr und mehr zunimmt, aber doch noch unterhalb des Wertes bleibt, den das Auge in Vergleichung mit der Helligkeit des Hintergrundes mit Sicherheit zu erkennen vermag. Endlich gelangt man, von aussen nach innen fortschreitend, an eine Zone, deren Beleuchtungstärke dieser Bedingung entspricht, und dann glaubt man, irrtümlicherweise natürlich, dort die wirkliche Grenze des Halbschattens zu erblicken. Eigentümlich ist dabei der Nebenumstand, dass diese unrichtige Auffassung sich noch selbst begünstigt, indem die eingebildete Grenze ja innerhalb der wirklichen liegt, und der von ihr eingeschlossene Flächenraum dadurch noch verkleinert wird.

Ein vollkommen analoger Vorgang, natürlich in gerade entgegengesetztem Sinne, vollzieht sich in der Mitte des Schattenbildes. Hier ist die von dem eigentlichen Kernschatten eingenommene Fläche, in welcher überall gleichmässiges Dunkel herrscht, gross im Vergleich mit derjenigen der sich unmittelbar anschliessenden, nur unerheblich helleren Zonen. Diese werden deshalb gar nicht wahrgenommen, und noch dem Kernschatten zugerechnet, bis man beim allmäligen Weiterschreiten von innen nach aussen an eine Stelle des Halbschattens gelangt, wo der Helligkeitunterschied gegen den Kernschatten gerade

gross genug ist, um deutlich wahrgenommen zu werden. Hierher verlegt dann das Auge, wieder irrtümlich, die Grenze zwischen Halb- und Kernschatten und fasst dabei den Durchmesser des letzteren als grösser auf, als er in Wirklichkeit ist. Auch hier tritt die eigentümliche Selbstbegünstigung der unrichtigen Auffassung wieder ein. Das eigentliche ringförmige Gebiet des Halbschattens erfährt auf diese Weise Einschränkung sowohl von aussen, als auch von innen.

Sowie aber erst nur einmal die Vorstellung einer Grenze im Bewusstsein aufgetaucht ist, tritt die zweite der vorhin bereits erwähnten Eigentümlichkeiten des Auges in Wirksamkeit und verstärkt noch den gewonnenen Eindruck. Wenn nämlich zwei nur einigermassen ausgedehnte Flächen von merklich verschiedener Helligkeit aneinander stossen, so bewirkt der sogenannte Kontrast, dass die hellere in der Nachbarschaft der Grenze noch heller, die dunklere dagegen noch dunkler erscheint, als in grösserem Abstande von der Grenze. Eine solche Wahrnehmung hätten Sie schon bei den früheren Schattenbildern wiederholt machen können; ich habe es nur unterlassen, Ihre Aufmerksamkeit darauf zu lenken, um nicht den Faden der Betrachtung zu unterbrechen. Indessen wird sich bald eine Gelegenheit darbieten, bei welcher Ihnen diese Erscheinung in höchst frappanter Weise entgegentreten wird. Im vorliegenden Falle hat sie zunächst die Folge, dass die eingebildeten Grenzen schärfer hervortreten, sodann aber wird dadurch die Empfindung für den Helligkeitabfall innerhalb des Halbschattens sowohl innen wie aussen derart herabgedrückt, dass das ganze Gebiet des letzteren als nahezu gleichmässig hell geschätzt wird.

Die Breite des Halbschattengebietes hängt von zwei Umständen ab, von der Ausdehnung der Lichtquelle einerseits und dem Abstande zwischen dem schattenwerfenden Körper und der auffangenden Fläche anderseits. Sie kann deshalb, wenn auch nur eine dieser beiden Massgrössen klein wird, zu solcher Geringfügigkeit herabsinken, dass der Halbschatten seinen Kernschatten nur als ein äusserst schmaler Saum umgiebt, der nur bei Anwendung besonderer Aufmerksamkeit überhaupt noch wahrgenommen wird. Alsdann haben wir einen anscheinend vollkommen scharfen Rand vor uns. Umgekehrt wird natürlich die Begrenzung um so unbestimmter, verschwommener, je breiter das Gebiet des Halbschattens im Vergleich zur Ausdehnung des Kernschattens ausfällt. Hieraus ergeben sich die Mannigfaltigkeiten, die uns im täglichen Leben fast in jedem Augenblick entgegentreten, denen wir nur aber selten einmal Beachtung schenken.

Meine verehrten Zuhörer! Es gewährt immer ein gewisses Gefühl der Befriedigung, und ich erkenne es an Ihrem verständnisinnigen Zunicken, dass Sie dasselbe in diesem Augenblicke mit mir teilen, wenn man die Lösung eines überraschenden und darum schwierig erscheinenden Problemes sich recht glatt und ungezwungen aus einigen wenigen Erfahrungsätzen entwickeln sieht, und sich auf die gleichen Grundlagen vielleicht auch noch die Antwort auf Fragen verwandter Art gründen lässt. Solche, die uns ferner liegen, bei Seite lassend, weise ich nur darauf hin, dass ähnliche Ueberlegungen auch zu der Erklärung führen, warum wir die vorhin erwähnte Abschattierung der Sonnenscheibe nicht direkt wahrzunehmen vermögen. Am Ueberzeugendsten aber fühlt man sich berührt, wenn man sogar scheinbare Ausnahmen von einer allgemeinen Regel bei näherem Zusehen sich doch unter dieselbe ordnen sieht. Eine solche scheinbare Abweichung haben wir im vorliegenden Falle darin vor uns, dass der Eindruck der Schattenbilder aus nächster Nähe ein anderer ist und sich dem theoretischen Ergebnis unserer Analyse nahezu vollkommen anpasst. Dies aber hat seinen

Grund darin, dass dann immer nur kleinere Partien gleichzeitig überblickt werden können und damit das für das Zustandekommen der unrichtigen Grenzauffassung durchaus wesentliche Moment der relativen Flächenausdehnung in Wegfall kommt.

Durch unsere bisherigen Ueberlegungen haben wir nunmehr bereits die Ueberzeugung gewonnen, dass bei jeder Mondfinsternis, selbst wenn die Erde gar keine Atmosphäre besässe, der Durchmesser ihres Schattenbildes notwendig grösser erscheinen muss, als sein aus den dabei obwaltenden Umständen theoretisch berechneter Wert. Was ich Ihnen vorgetragen habe, ist im Wesentlichen nichts anderes gewesen, als eine ausgeführtere Darlegung der von Lambert und Mädler in kurzen Zügen und fast nur als blosse Vermutung aufgestellten Hypothese. Dieselbe hat nicht weiter verfolgt werden können, weil es an einem Hilfsmittel gebrach, ihre Konsequenzen durch Zahlenwerte auszudrücken und dadurch eine Probe zu erhalten, ob sie die beobachtete Grösse zu erklären imstande sei oder nicht. Herr Professor Seeliger hat dieses mangelnde Hilfsmittel zu schaffen verstanden und damit die erwähnte Probe gemacht; mit welchem Ergebnis, wird der nächste Abschnitt meiner Auseinandersetzungen Ihnen zeigen.

(Fortsetzung folgt.)



Ueber den Lichtdruck und dessen Einfluss auf die Gestalt der Kometenschweife.

(Schluss.)

Von Professor Dr. Kalischer.

Lebedews Versuche entsprechen im Wesentlichen dem früher erwähnten Vorschlage von Maxwell. Er bediente sich eines Radiometers, dessen Flügel jedoch aus Metallplättchen (Platin) bestanden, wie sie auch schon Zöllner und Andere zu analogen Versuchen benutzt hatten. Die Wirkungsweise der Radiometer beruht auf der Verschiedenheit der Temperatur zwischen der belichteten und der dunklen Seite, und diese Temperaturdifferenz wird absichtlich dadurch verstärkt, dass die eine Seite geschwärzt wird. Da aber die hierdurch hervorgerufenen radiometrischen Wirkungen viel grösser sind als der Lichtdruck, so müssen erstere möglichst verringert oder gar ausgeschaltet werden. Daher wendet man eben als Flügel dünne Metallplättchen an, bei denen in Folge ihrer guten Wärmeleitung ein Ausgleich der Temperaturen stattfindet. Um die trotzdem noch übrig bleibende radiometrische Wirkung in Rechnung zu ziehen, stellt Lebedew dieselben Beobachtungen mit zwei Flügeln von verschiedener Dicke an. Denn man kann für die unter den genannten Bedingungen nur noch kleinen radiometrischen Kräfte annehmen, dass dieselben für Flügel aus gleichem Material und gleicher Oberflächenbeschaffenheit der Dicke der letzteren proportional sind. Ja, für blanke Platinflügel sind die radiometrischen Kräfte, wie Lebedew fand verschwindend klein, und eine Korrektion war daher nur bei den ebenfalls angewandten Platinflügeln, die auf einer Seite platiniert waren, erforderlich. Macht man also gleichzeitige Beobachtungen an zwei gleichen Flügeln von sehr verschiedener Dicke, so kann man berechnen, eine wie grosse Ablenkung das Licht hervorrufen würde, wenn die Dicke des Flügels und somit auch die radiometrische Kraft gleich Null wäre.



Radiometrische Kräfte machen sich ferner zwischen der Glashülle und den Flügeln geltend. Ihre Wirkung wurde dadurch auf ein Minimum reduziert, dass der Glasballon möglichst gross genommen und alle Strahlen, die von der Glaswand absorbiert werden können, durch ein Strahlenfilter ausgeschlossen wurden.

Endlich ist diese Messung einer erheblichen Störung dadurch ausgesetzt, dass die an dem Flügel anliegenden Gasschichten durch Belichtung des ersteren sich gleichfalls erwärmen, und so eine aufwärts gerichtete Strömung (Konvektion) entsteht, die eine Drehung der Flügel hervorrufen kann. Diese Störung kann dadurch eliminiert werden, dass die Strahlen derselben Lichtquelle abwechselnd auf die eine und die andere Seite des Flügels gerichtet werden.

Demnach besteht die Versuchsanordnung im Wesentlichen darin, dass in einem evakuierten Glasballon von 20 cm Durchmesser an einem Glasfaden zwei gleiche Flügelpaare aus Platinblech von 0,1 resp. 0,02 mm Dicke aufgehängt werden; „der eine Flügel jedes Paares ist spiegelnd blank, der andere beiderseits platiniert. Das Licht einer Bogenlampe wird durch Spiegel und Linsen auf den zu untersuchenden Flügel konzentriert und kann durch Verschiebung eines Spiegelpaares nach Belieben auf eine oder die andere Seite des Flügels geworfen werden." *)

Waren somit die radiometrischen Kräfte durch die eben angegebenen Kunstgriffe eliminiert, so konnte der übrig bleibende Lichtdruck aus der caloriometrisch gemessenen Strahlungsenergie und der beobachteten Ablenkung der Flügel berechnet werden, und er wurde innerhalb der Versuchsfehler in Uebereinstimmung mit den von Maxwell und Bartoli berechneten Grösse gefunden.

Uebrigens gelten die obigen Berechnungen der Grösse des Lichtdruckes nur für ruhende Körper. Bewegte Körper würden, wie Thiesen in den Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft vom 15. November 1901 auseinandersetzt, durch den Lichtdruck einen Widerstand erfahren, der der Geschwindigkeit der Bewegung proportional ist und natürlich von der Richtung abhängt, in welcher die Bewegung relativ zur Strahlungsquelle stattfindet. Auf Stoffteilchen, die sich mit der Geschwindigkeit des Lichtes von der Sonne fortbewegten, würde der Lichtdruck der Sonnenstrahlung Null sein. Vielleicht ist dieser Widerstand zum Teil die Ursache der Krümmung der Kometenschweife.

Wie auf die Materie der Kometenschweife, so übt natürlich das Licht auf alle im Weltraum kreisenden Körperchen, dem „kosmischen Staube", einen Druck aus, der zur Erklärung vieler anderer rätselhafter Erscheinungen führen kann. Wir behalten uns vor, sie später einmal zum Gegenstand der Betrachtung zu machen. Gegenwärtig möchten wir zum Schluss noch auf eine andere mögliche Ursache der Abstossung der Kometenmaterie hinweisen, die in engster Beziehung zu den Kathodenstrahlen steht, jener bekannten Lichterscheinung, die in hochevakuierten Räumen infolge elektrischer Entladungen entsteht. Man hält es für wahrscheinlich, dass Kathodenstrahlen infolge elektrischer Prozesse auf der Sonne in den hochverdünnten Schichten ihrer Atmosphäre entstehen. Weiter wird angenommen, dass die Kathodenstrahlen aus negativ geladenen kleinsten Teilchen bestehen, die man Elektronen nennt, deren Masse nur den zweitausendsten Teil der Masse eines Wasserstoffatoms beträgt, und die eine dem Lichte nahe kommende Geschwindigkeit besitzen. Dass Kathodenstrahlen eine mechanische Wirkung auszuüben vermögen, ist durch die Versuche von

*) Fortschritte der Physik im Jahre 1900, Bd. 56, S. 5; 1901 (Referat von Lebedew).



Crookes bekannt, und daher liegt der Gedanke nahe, dass das Bombardement der Elektronen gegen die Materie der Kometenschweife, abgesehen von ihrer etwaigen rein elektrischen Wirkung, einen Druck und somit eine Abstossung hervorbringen.

Endlich haben die auf Grund einer Entdeckung von Hertz fortgeführten Untersuchungen gezeigt, dass ultraviolettes Licht die Entladung der negativen Elektrizität begünstigt, ja hervorruft, und Lenard fand, dass bei Belichtung einer Metallfläche mit ultraviolettem Licht Strahlen von ihr ausgesandt werden, die sich ähnlich verhalten wie die Kathodenstrahlen. Da man nun in den Elektronen die Träger der negativen Ladung erblickt, so folgt, dass von den mit ultravioletten Strahlen belichteten Flächen Elektronen fortfliegen. Lässt man dies auch für die Materie der Kometenschweife zu, so würde sich hieraus eine Reaktionswirkung ergeben, die gleichfalls eine Abstossung hervorbringen müsste.

Angesichts dieser neuesten Vorstellungen darf wohl an eine Hypothese erinnert werden, die Zöllner*) bei seinen schönen Untersuchungen über das Radiometer zur Erklärung einer Reihe merkwürdiger Erscheinungen aufgestellt hat: „Die durch Undulationen des Aethers von der Oberfläche eines Körpers direkt oder indirekt ausgesandten Strahlen sind gleichzeitig von einer Emission materieller Teilchen nach der Richtung der Strahlen begleitet. Die Anzahl, Masse und Geschwindigkeit der in der Zeiteinheit emittierten Teilchen hängt von der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Oberfläche und von der Energie und Beschaffenheit der ausgesandten Strahlen ab.“ Man erkennt, wie nahe diese Hypothese der modernen Elektronen-Hypothese kommt.



Vorläufiger Bericht über die Aufnahmen der totalen Mondfinsternis am 22. April 1902 zu Treptow.

Von F. S. Archenhold.

Während der Vormittagsstunden des 22. April war der Himmel fast ganz bewölkt, sodass wenig Aussicht auf klares Wetter für die Beobachtung der Finsternis vorhanden war. Um die Mittagszeit jedoch fing der Himmel teilweise an, sich aufzuklären und gegen Nachmittag waren nur am Westhimmel noch Wolken in geringer Höhe vorhanden. Um 7 Uhr erreichte diese Wolkenbank im Westen nur noch wenige Grade Höhe, der andere Teil des Himmels war völlig klar.

Ein 4Zöller von Reinfelder und Hertel, ein Spiegelteleskop von Dollond und verschiedene andere kleinere Fernrohre waren für die Okularbeobachtung bestimmt. Der grosse Refraktor (68 cm Oeffnung, 21 m Brennweite) war für die photographische Aufnahme reserviert.

Da unser Institut nur Kassetten für das Format 12 mal 12 cm besitzt, so sah ich mich gezwungen, eine eigenartige Methode für die Aufnahme der Finsternis anzuwenden, wenn ich den ganzen Mond auf der Platte erhalten wollte, da das Mondbild im Brennpunkt des grossen Fernrohres 18,3 cm beträgt. Für die Herstellung entsprechend grosser Kassetten fehlten die Mittel. Ich kam daher auf die Idee, das Okular des grossen Fernrohrs einzubauen durch eine Dunkelkammer, die so gross hergestellt wurde, dass sie für zwei Personen Raum bot. Der Okularstutzen hat einen freien inneren Durchmesser von 24 cm,

*) Poggendorffs Annalen 160, S. 163.

sodass auf diese Weise die Möglichkeit geboten war, den Mond vollständig zu photographieren. Ich habe nun eine provisorische Kassette an den Okularstutzen montiert, welche so eingerichtet wurde, dass die Platten von der hinteren Seite ohne weiteres gegen einen Anschlag gelegt werden konnten. Während der Expositionszeit war also die Rückseite dieser Kassette geöffnet, sodass ich auf diese Weise während der Verfinsterung 39 Aufnahmen herstellen konnte. Das Wechseln der Platten geschah innerhalb der das Okular einhüllenden Dunkelkammer. Da bei der Konstruktion des Fernrohrs das Okular im Drehpunkt des ganzen Systems sich befindet, so trat nur eine ganz geringe Verschiebung beim Lauf des Mondes ein. Nur einmal mussten wir die Dunkelkammer auf dem Podium seitlich verschieben, da ein Stück der Traverse in den Bereich der äusseren Stützen der Dunkelkammer durch die Fortbewegung des Fernrohrs kam. Die Aufnahme wurde nun so gemacht, dass der Schieber zugehalten wurde, so lange bis ich die Platten gegen den Anschlag legte und alsdann, wie gewöhnlich, durch Oeffnen und Schliessen des Schiebers exponiert. Innerhalb der Dunkelkammer war auch die Uhr aufgestellt, welche mit einer roten Lampe abgelesen wurde, sodass die Platten unbeschadet in der grossen Dunkelkammer aus- und eingepackt werden konnten. Herr Görs, unser früherer Mechaniker, reichte mir in dieser die Platten zu. Unser Maschinist Kirchner befand sich ausserhalb der Dunkelkammer und machte die nötigen Einschaltungen für die Bewegung des Fernrohrs. Die Dunkelkammer-Vorrichtung war im Instistut angefertigt worden durch unseren Führer Arndt. Der Stutzen des Suchers befand sich innerhalb der Dunkelkammer, sodass eine Kontrolle der richtigen Bewegung des Fernrohrs von mir vorgenommen werden konnte. Durch eine matte Scheibe konnte ich ausserdem direkt das Bild, welches das grosse Fernrohr entwarf, beobachten. Die Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation hatte mir für diese Aufnahmen in liebenswürdiger Weise ihre orthochromatischen Platten und orthochrom. „Isolar"-Platten zur Verfügung gestellt. Für die Aufnahmen der Totalität verwandte ich die ersteren, nach Beendigung derselben die letzteren, damit das helle Mondlicht keine Hoflichtbildung durch Spiegelung an der Rückseite der Platte hervorrief. Die orthochromatischen Isolar-Platten sind besonders für Mondaufnahmen sehr zu empfehlen. Sie tragen bekanntlich zwischen der empfindlichen Schicht und dem Glase eine Farbenschicht, welche die Rückspiegelungen der Lichtstrahlen verhindert. In der Beilage führen wir eine dieser Aufnahmen und zwar die, welche um 9 Uhr 11 Min. 31—34 Sek., bei 3 Sek. Expositionszeit, gemacht wurde, unseren Lesern vor. Da das Ende der totalen Verfinsterung um 8 Uhr 35,4 Min., die letzte Berührung mit dem Kernschatten der Erde um 9 Uhr 45,4 Min. eintreten sollte, so ist diese Aufnahme eine Minute nach dem halben Freiwerden des Mondes angefertigt worden.

Der Halbmeeresbusen „Sinus iridum" und der Copernicus sind gerade aus dem Erdschatten herausgetreten; Tycho, Kepler und Aristarch liegen schon weit von der Schattengrenze ab. Es fällt auf, dass die nördlich vom Mare frigoris gelegenen Gebirgsgegenden ziemlich weit in den Erdschatten hinein noch beleuchtet sind. Auf zwei anderen Photographien, die gegen Schluss der Verfinsterung aufgenommen sind, tritt plötzlich Beschattung grosser Teile des schon auf einer früheren Aufnahme frei gewordenen Mondes hervor. Auf diese auffälligen Erscheinungen werde ich später noch zurückkommen.

Ich bemerke ausdrücklich, dass die beigegebene Aufnahme auf die Hälfte verkleinert ist. Die Originalplatten zeigen den Mond in einer Grösse von

18,3 cm, das Plattenformat betrug 24 zu 30 cm. Vielleicht lässt es sich ermöglichen, die ganze Serie der Aufnahmen in grösseren Tafeln unseren Lesern später zugänglich zu machen. Abzüge auf Bromsilberpapier von diesen Aufnahmen sind vorläufig im „Astromischen Museum" unseres Institutes ausgestellt.

Inbezug auf die Okularbeobachtung sei bemerkt, dass gegen 8 Uhr der obere Teil des Mondes eine schmutzige rosa Färbung zeigte und viel dunkler war als der in der gewöhnlichen kupferroten Farbe glänzende untere Teil. Hieraus kann wohl geschlossen werden, dass die Bewölkung längst den Orten der Erde, wo die Sonnenstrahlen tangierten, ungleichmässig war und zwar zur Hälfte stark auftrat. An der schmutzigen Färbung des unteren Teiles des Mondes werden wohl die im Westen sichtbaren dunklen Kumuluswolken beteiligt gewesen sein.



Der erste Komet des Jahres 1902 ist von Brooks auf der Sternwarte zu Geneva, Nord-Amerika, am 15. April im Sternbilde des Pegasus entdeckt worden. Er war nur wenige Tage in den Morgenstunden sichtbar und näherte sich rasch der Sonne. Er zeigte eine schwache Verdichtung im Kopfe und etwa einen halben Grad langen Schweif. Eine genauere Bahnbestimmung liess sich wegen der geringen Zahl der Beobachtungen nicht ermöglichen. Nach den von Professor Kreutz veröffentlichten Elementen bleibt die weitere Sichtbarkeit für die Nord-Halbkugel ausgeschlossen, während sie für die in den südlichen Breiten liegenden Sternwarten noch möglich ist. Welchen Verlauf der Komet nehmen wird, nachdem er aus den Sonnenstrahlen wieder emportaucht, lässt sich bisher noch nicht voraussagen. Die von Herrn Ebell berechnete Ephemeride giebt folgende Positionen für 12^h M. Z. Berlin:

Komet 1902a

	Rectasc.	Declin.
Mai 9.	2^h 46^m 25^s	-9^0 6',8
13.	3 3 15	—8 47,5
17.	3 16 45	—7 37,5
21.	3 27 59	—6 3,8

* * *

Sechstes Verzeichnis von Beiträgen zur Errichtung der Vortragshalle der Treptow-Sternwarte.

98.	Kreisausschuss des Kreises Teltow	1000 M.
99.	E. N., Berlin	100 -
100.	Emil Mosse, Berlin	100 -
101.	Ungenannte Dame	60 -
102.	Carl Stiebel, Berlin	30 -
103.	Prof. Gustav Amberg, Berlin	10 -
104.	Carl Hesse, Berlin	10 -
105.	Oberbürgermeister Schustehrus, Charlottenburg	10 M.
106.	Frl. A. Rohrbeck, Berlin	5 -
107.	Litterarische Gesellschaft „Frührot", Berlin	3 -
		1328 M.
	Die Summe der früheren Spenden betrug:	8303 -
	Insgesamt:	9631 M.

Allen freundlichen Zeichnern sprechen wir den wärmsten Dank für diese Bethätigung ihres Interesses aus. Weitere Beiträge nimmt die „Deutsche Genossenschaftsbank von Soergel, Parrisius & Co. Berlin W., Charlottenstrasse 35a" und die „Deutsche Bank, W., Behrenstr. 8-13", entgegen.

* * *

Zu Gunsten des Fonds der Vortragshalle wird Frau Anna Köpsel-Heuer und Herr August Köpsel in der Zeit von Sonnabend den 10. Mai bis Mittwoch den 14. Mai den Besuch ihrer Malerateliers in Berlin W., Hardenbergstr. 27a, in der Zeit von 11 bis 5 Uhr in liebenswürdiger Weise gestatten. Eintrittskarten zum Preise von 50 Pfg. sind im Bureau der Treptow-Sternwarte und in den Buchhandlungen von S. Calvary & Co., Neue Wilhelmstr. 1, und E. Kantorowicz, Potsdamerstr. 135, zu haben.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 16. Heft. **F. S. Archenhold,** Direktor der Treptow-Sternwarte. **1902 Mai 15.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Das K. russische Observatorium in Peking.

Von Dr. H. Fritsche-St. Petersburg.

Obgleich die Chinesen sich seit uralten Zeiten für Himmelserscheinungen interessiert haben, so sind doch ihre „astronomischen Beamten" nie über die allerersten Anfänge der Astronomie hinausgekommen und können ihre Leistungen in keiner Weise mit denen der Chaldäer in Babylon verglichen werden. Man muss dies, nach meiner Meinung, hauptsächlich der geringen natürlichen Begabung des chinesischen Volkes für abstraktes scharfes Denken zuschreiben. Das einzige astronomische Instrument, dessen sich die Chinesen schon in alten Zeiten bedienten, ist das Gnomon, womit sie z. B. um 1150 v. Chr. die Länge des Sonnenschattens zur Zeit des Sommer- und Wintersolstitiums in der Stadt Lo-yang massen; auch kannten sie schon damals den Kompas.

Zu einer Theorie haben sie sich weder in Betreff der Astronomie noch der Lösung des Welträtsels aufgeschwungen. Denn ihre Weltanschauung ist zwar Darvinistisch, sie sind aber dazu nicht durch wissenschaftliche Forschungen, sondern auf historischem Wege durch Ueberlieferungen aus grauer Vorzeit gelangt, wonach der Mensch vom Tiere abstammen und sich allmählich emporgearbeitet haben soll. Auch in neuerer Zeit, etwa seit 1860, in welcher die Chinesen in nähere Berührung mit den Europäern gekommen, und in Peking in Folge dessen das sogen. „Peking College" gegründet ist, wo sie von Europäern in Astronomie, Mathematik, Chemie und europäischen Sprachen unterrichtet werden, sind ihre Fortschritte in den exakten Wissenschaften nicht der Rede wert, wovon ich mich während einer dreijährigen Lehrthätigkeit am College überzeugt habe.

Die Berechnung des Kalenders ist in China seit uralten Zeiten von eigens dafür besoldeten Beamten besorgt worden. Seit mehr als 200 Jahren besteht in Peking ein sog. astronomisches Tribunal, welches nicht blos den jährlichen Kalender macht, sondern auch astronomische Ephemeriden publiziert, worin die Positionen der Sonne, des Mondes, der grossen Planeten, die Sonnen- und Mondfinsternisse sowie auch die Auf- und Untergangszeiten der Sonne für eine Anzahl wichtiger Städte des chinesischen Reiches angegeben werden. In einem besonderen, vom astronomischen Tribunal edierten Werke, genannt „*Wan-nien-schu*"



(Buch der 10 000 Jahre) sind chronologische Tafeln der chinesischen Kaiser und die Elemente der Kalender vom Jahre 1624 A. D. bis 1921 A. D. enthalten.

Alle diese Berechnungen wurden nahe zwei Jahrhunderte hindurch — bis 1839, in welchem Jahre der letzte in Peking lebende Jesuit Cajetanus Pires Pereira starb und vom russischen Archimandriten Benjamin, damaligem Chef der russischen Mission in Peking, begraben ward — von Europäern, Jesuiten geleitet und auch wohl grösstenteils von letzteren ausgeführt.

Ueberdies haben die Jesuiten unter der Regierung des Kaisers Kang-hi, um 1713 die erste exakte Karte von ganz China verfertigt, zu welchem Zwecke sie zahlreiche astronomische Breitenbestimmungen und geodätische Operationen im ganzen Reiche ausführten.

Seit 1839 besteht das astronomische Tribunal nur aus einheimischen Gelehrten, welche wahrscheinlich astronomische Tafeln des 18. Jahrhunderts, herausgegeben von De Lambre und Mayer, benutzen. Ihre Vorausbestimmungen der Sonnen- und Mondfinsternisse, sowie der Neumonde sind bis auf circa $^1/_4$ Stunde genau. Peking (*h e b c f g* der beifolgenden Skizze von Peking), dessen Bevölkerung gegenwärtig eine halbe Million nicht überschreiten dürfte, besteht aus zwei grossen Teilen, die zusammen von circa 30 km langen Mauern umgeben sind, welche in N—S und E—W Richtung laufen und eine Höhe und Breite von circa 10 m haben. Der nördliche dieser beiden Stadtteile heisst Mandjurenstadt (*a b c d* der Skizze), der südliche Chinesenstadt (*h e f g* der Skizze). Als Centrum Pekings, welches, abgesehen von dem unbedeutenden sog. Kohlenberg, auf vollkommen ebenem Terrain liegt, kann man den Punkt betrachten, dessen Länge v. Gr. 116° 26',0 und dessen Breite 39° 54',6.

Innerhalb der Mandjurenstadt liegt die kleine Kaiserstadt.

In der Mandjurenstadt giebt es 4 Orte, an denen Beobachtungen gemacht sind.

1. Das chinesische Observatorium, von den Chinesen Kuang-sang-tai genannt, ist vor etwa 600 Jahren eingerichtet und wurde im Jahre 1674 von den Jesuiten mit neuen astronomischen Instrumenten (ohne Linsen) versehen, die noch jetzt wohlerhalten und kürzlich nach Deutschland als Kriegsbeute gebracht sind. Der Ort liegt auf der Ostmauer der Mandjurenstadt (*β* der Skizze), seine Länge ist 116° 28',2, seine Breite 39° 54',4. Es sollen dort von chinesischen Beamten Jahrhunderte hindurch Beobachtungen über den Zustand des Himmels (z. B. Bewölkung, Windrichtung etc.) notiert worden sein. Ich habe jedoch während meines Aufenthaltes in Peking keine derartigen Aufzeichnungen erlangen können und zweifle auch an ihrer Brauchbarkeit, wenn solche überhaupt existieren.

2. Bethang (*δ* der Skizze), nördliche Kirche oder das sog. Collegium Gallorum, nahe beim kaiserlichen Palaste befindlich. Dort hatten die Jesuiten um die Mitte des 18. Jahrhunderts ein Observatorium errichtet und machten viele astronomische Beobachtungen (z. B. des Venusdurchganges am 3. Juni 1769); ausserdem hat dort der Pater Amiot meteorologische Beobachtungen während der 6 Jahre 1757 bis 1762 angestellt. Die Länge dieses Platzes ist 116° 25',3, die Breite 39° 55',2.

3. Die k. russische Gesandtschaft, chinesisch Nan-guan genannt, nahe bei der Südmauer der Mandjurenstadt (Ort *γ* der Skizze). Der Astronom Georg v. Fuss, welcher eine Reise von St. Petersburg nach Sibirien und via Kiachta nach Peking im Auftrage der K. Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg während der Jahre 1830 bis 1832 machte und an circa 80 verschiedenen Orten seines Weges und in Peking astronomisch-geographische, erdmagnetische und

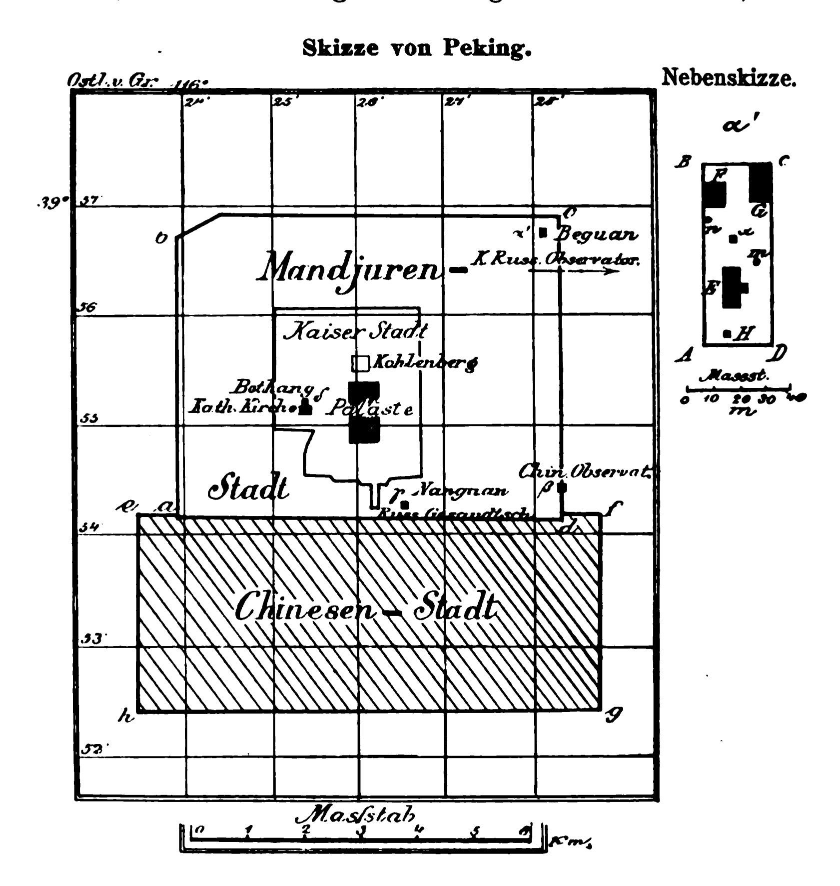


hypsometrische Beobachtungen anstellte, verweilte in Peking 7 Monate, wo er ausser den genannten Messungen auch meteorologische Beobachtungen erhielt. Die Position Nan-guans ist 116° 26',5 L., 39° 54',25 B.

4. Be-guan (nördlicher Hof), ungefähr 250 m von der Nordostecke (*a'* der Skizze), der die Mandjurenstadt einschliessenden Mauern entfernt. Die dort befindliche geistliche Mission Russlands bildet einen von 4 nach den 4 Himmelsgegenden gerichteten Mauern begrenztes Viereck, dessen Ost-, Nord- und Südseiten von einem Teiche umgeben sind, welcher im Frühjahr gewöhnlich ausgetrocknet ist.

Die meteorologischen Beobachtungen der 9 Jahre 1841 bis 1849 wurden von Hr. Gaschkewitsch, weltlichem Mitgliede der geistlichen Mission, unter Beihülfe

Skizze von Peking.



der Missionare Rosoff und Guri und chinesischer Christen neunmal täglich, von 5 Uhr morgens bis 9 Uhr abends, von 2 zu 2 Stunden angestellt. Herrn Gaschkewitsch verdanken wir auch einige Bestimmungen der magnetischen Inklination.

Während der nun folgenden 6jährigen Periode von 1850 bis 1855 war Herr K. A. Skatschkoff, später K. R. Generalkonsul in Shanghai, Chef des Observatoriums. Unter seiner und des Archimandriten Palladius Aufsicht wurde im Jahre 1849 ein eigenes Observations-Gebäude (*E* der Nebenskizze *a'*) auf dem östlichsten Teile des Territoriums der Mission errichtet. Die Wände dieses Hauses waren nach den 4 Himmelsgegenden orientiert, circa $^3/_4$ m dick und aus eisenfreiem Granit und Dolomit zusammengesetzt. Der Fussboden bestand aus dickem Dolomitgestein; das Dach, dessen Höhe 6 m erreichte, aus Dachpfannen, die etwas eisenhaltig waren. Das Unifilar- und Bifilarmagnetometer, sowie die

dazu gehörigen Fernrohre und Skalen waren in *E* an starken Dolomitpfeilern befestigt; das Quecksilberbarometer befand sich seit 1850 immer während aller folgenden Beobachtungsjahre in *E*, 37,5 m über der Meeresfläche. Das Psychrometer stand während der Periode 1850 bis 1863 in einer der nach Norden gelegenen steinernen Fensternischen von *E*, 2 m über dem Erdboden, circa $^1/_7$ m entfernt vom Fenster des stets ungeheizten Hauses; gegen Morgen- und Abendsonne (im Sommer) und gegen Regen war es durch einen Schirm geschützt. Der Regenmesser befand sich seit 1850 am Orte *m*, sein oberer Rand war 2 m vom Erdboden entfernt. Aus 29jährigen Beobachtungen ergab sich, dass die jährliche Regenmenge im Mittel 638 mm und dass meistens 2, 3 oder 4 Jahre mit Regensummen über 638 mm auf 2, 3 oder 4 Jahre mit Regensummen unter 638 mm folgen, so dass der Regen in Peking eine Periode von 7 Jahren hat. Die Windfahne ward über dem kleinen östlichen Ausbau von *E* aufgerichtet.

Die tägliche Amplitude der Temperatur in *E* betrug nur 1° C., die jährliche dagegen 30° C. Die meteorologischen Beobachtungen und die Magnetometerablesungen wurden während der 6 Jahre 1850 bis 1855 Tag und Nacht von Stunde zu Stunde nach mittlerer Göttinger Zeit täglich 24 mal meistens von Chinesen, Zöglingen der Mission, gemacht. Herr Skatschkoff hat ausserdem eine Reihe von Inklinationsmessungen mit einem guten Nadel-Inklinatorium angestellt, dagegen besitzen wir von ihm keine absoluten Bestimmungen der erdmagnetischen Deklination und Intensität.

Nach seiner Abreise von Peking, im Jahre 1855, hörten die von ihm geleiteten Beobachtungen auf und wurden erst nach Ankunft des neuen Dirigenten, des Herrn Peschtschuroff, im Jahre 1859 wieder aufgenommen und, freilich mit vielen Unterbrechungen und Abänderungen in den Beobachtungsterminen, teils unter Leitung der Herren Mönche Guri und Isajas Polikin bis 1863 fortgesetzt. Die Instrumente, mit denen während 1859 bis 1863 beobachtet wurde, waren dieselben, welche man 1850 bis 1855 gebraucht hatte: sie stammten alle aus dem Physikalischen Centralobservatorium in St. Petersburg, mit Ausnahme der Windfahne, welche von chinesischen Handwerkern hergestellt war; auch die Aufstellung der Apparate war während des Zeitraumes 1850 bis 1863 nicht geändert worden.

Im Jahre 1864 wurde das Observatorium selbständig, sein Territorium durch eine hohe Mauer (*A B* der Nebenskizze *α'*) von dem der geistlichen Mission geschieden und 3 Jahre später, 1867, ich von der Akademie der Wissenschaften St. Petersburgs zum Direktor desselben gewählt.

Bald nach meiner Ankunft in Peking, am Anfange des Jahres 1868, liess ich im Hofe des Observatoriums am Orte *α* (cf. Nebenskizze *α'*) einen Dolomitpfeiler aufrichten und im Jahre 1870 um denselben ein kleines Meridianhaus aus Holz und eisenfreiem Messing bauen, um unter seinem Schutze astronomische und absolute erdmagnetische Messungen anzustellen.

An astronomischen Instrumenten besass das Observatorium ein gutes Universalinstrument von Ertel mit gebrochenem Fernrohr von 43 cm Länge, einem Vertikalkreis von Brauer, dessen Nonius 4″, und einem Horizontalkreis, dessen Nonius 10″ angab. Ausserdem waren einige Sextanten und ein Frauenhofer'sches Fernrohr von 1,2 m Länge, mittelmässiger Güte vorhanden. Mit dem Universalinstrument von Ertel und Brauer (Pulkowa), welches ich auf mehreren weiten Reisen benutzte, habe ich die Länge des Observatoriums (Stein *α* Nebenskizze *α'*) durch Beobachtung von 42 Mondkulminationen und die Breite durch Passage-

beobachtungen von α Lyrae, ε Persei und *12 Canum venaticorum* durch den ersten Vertikal und durch Messung von Zenitdistanzen von Sternen in der Nähe des Meridians bestimmt.

Sodann bot sich mir Gelegenheit, Vorübergänge des Merkur vor der Sonnenscheibe am 5. November 1868 und 6. Mai 1878, sowie den Venusdurchgang am 9. Dezember 1874 mit Hülfe des Fraunhofer'schen Fernrohrs zu beobachten. An Uhren waren vorhanden: eine Pendeluhr, ein Taschenchronometer und seit dem Jahre 1874 auch ein Boxchronometer.

Während der 21 Monate von April 1868 bis Ende 1869 wurden die meteorologischen Instrumente und die Magnetometer, welche letztere ich von neuem im Observations-Gebäude *E* auf den schon vorhandenen Pfeilern aufgestellt hatte, 9 mal täglich von 2 zu 2 Stunden, von 6 Uhr morgens bis 10 Uhr abends, abgelesen. Das Psychrometer befand sich damals am Orte *n* (cf. Nebenskizze α').

Später, von Anfang 1870 an, wurden die Thermometer, Haarhygrometer und Verdunstungsmesser, gemäss den für alle russischen Stationen geltenden Vorschriften, am Orte *H* (cf. Nebenskizze α'), 3 m über dem Erdboden unter einem hölzernen, kubisch geformten Schutzdache aufgestellt, dessen obere und südliche Seite geschlossen, dessen untere und nördliche Seite offen und dessen westliche und östliche aus Jalousieen bestand.

Die Ablesungen erfolgten von 1870 bis 1883 um 7 Uhr morgens, 1 Uhr nachmittags und 9 Uhr abends.

Die Temperatur des Erdbodens ist von mir 4 Jahre hindurch beobachtet: von Juli 1869 bis Juli 1870 in 6 verschiedenen Tiefen, bis 4,176 m, und in den 3 Jahren 1880, 1881 und 1882 in 5 Tiefen, bis 3,403 m.

Bei den täglichen Ablesungen der Magnetometer und der meteorologischen Instrumente wurde ich von zwei chinesischen Gehülfen unterstützt, welche der russischen Kirche angehörten uud die Schule der geistlichen Mission besucht hatten; die astronomischen und absoluten erdmagnetischen Messungen dagegen habe ich alle selbst gemacht. Zu letzteren besass ich einen sehr guten Azimutkompass, vom Mechaniker Barrow verfertigt, einen sog. Weber'schen Apparat zur Bestimmung der Horizontalintensität, zwei magnetische Theodolithe und zwei gute Nadel-Inklinatorien.

Von Peking aus habe ich in China 3 grössere Exkursionen unternommen: nämlich eine im Jahre 1869 nach Jehol, wo Kaiserliche Sommerpaläste sind, eine zweite 1871 nach dem Grabe des Confucius bei der Stadt Tsü-fu-hien in der Provinz Schantung, und eine dritte im Jahre 1883 nach dem Süden bis in die Nähe der Stadt Kai-föng-fu am Hoangho. Dazu kommen noch zwei kleinere Exkursionen des Jahres 1882 von Peking in die westlich davon gelegenen Berge Bo-hoa-schan (Meereshöhe 2017 m) und Siao-u-tai-schan (2896 m Meereshöhe).

Die lange und beschwerliche Landreise von St. Petersburg nach Peking via Nijni-Nowgorod, Perm, Tomsk, Irkutsk, Kiachta und Urga habe ich dreimal gemacht, nämlich in den Jahren 1867 bis 1868, 1874 und 1876 bis 1877, jede ca. 9000 km in Länge, und die Rückreise von Peking nach St. Petersburg zweimal, nämlich im Jahre 1873 längs des Westrandes des Chingan-Gebirges und via Zuruchaitu und Nertschinsk, und sodann im Jahre 1883 über die östlichste Mongolei und Mandjurei (Schanghai-guan, Tsitsikar) via Blagoweschtschensk und Stadt Nertschinsk, zusammen 20 000 km lang; endlich bin ich im Jahre 1875 von Peking zu Wasser via Shanghai, Singapore, Suez und Neapel und von da zu Lande nach St. Petersburg gereist.

Eisenbahnen gab es damals weder in China noch in Sibirien: von St. Petersburg konnte ich per Eisenbahn nur bis Nijni-Nowgorod und von da im Sommer per Dampfschiff bis Perm gelangen, den übrigen Teil meiner ca. 50 000 km Wegstrecke betragenden Landreisen musste ich per Wagen oder zu Pferde oder Kameel (in der Mongolei) zurücklegen.

In Peking wurde meine Zeit hauptsächlich durch die täglich während des Zeitraumes 1868 bis 1883 ununterbrochen fortgesetzten erdmagnetischen und meteorologischen Beobachtungen und durch die Bearbeitung aller von 1831 bis 1883 dort erhaltenen astronomisch-geographischen, erdmagnetischen und meteorologischen Messungen in Anspruch genommen; auf Reisen war ich mit der Anstellung von erdmagnetischen und geographischen Messungen, der Einrichtung neuer meteorologischer Stationen und der Inspektion schon vorhandener beschäftigt und endlich hatte ich ausserdem noch während der Reisen 1873, 1874 und 1876 bis 1877 die magnetisch-meteorologischen Observatorien in Jekaterinburg, Barnaul und Nertschinsk (Bergwerk) zu inspizieren, so dass mir zum Reisen und den Reisebeobachtungen im ganzen während der 16 Jahre 1867 bis 1883 ca. 20 Monate übrig blieben, in denen ich an 298 verschiedenen Orten astronomisch-geographische und erdmagnetische, und an nahe 1000 Orten hypsometrische Bestimmungen erhielt. Nach meiner definitiven Rückkehr aus China, im Jahre 1883, habe ich von St. Petersburg aus noch fünf Exkursionen zu erdmagnetischen Beobachtungen unternommen: zwei Reisen in den Jahren 1885 und 1887 nach Norddeutschland, und drei in den Jahren 1891, 1893 und 1894 zur Untersuchung magnetischer Anomalieen in der Nähe der Insel Jussar-ö im finnischen Meerbusen; sodann im Moskauer und Charkower Gouvernement.

Durch diese letzten Reisen ist die Zahl der Orte, an denen ich erdmagnetische Messungen gemacht habe, von 298 auf 509 gestiegen*).

Im Mai 1883 verliess ich Peking für immer, das Observatorium ward, wie vor meiner Ankunft daselbst, wieder der Obhut der geistlichen Mission Russlands anvertraut, die meteorologischen Beobachtungen noch einige Jahre fort-

---

*) Die hauptsächlichsten Publikationen, in denen ich die Resultate meiner Arbeiten während der 28 Jahre 1867 bis 1894 niedergelegt habe, sind folgende:

1. Das Klima Ostasiens, in deutscher Sprache gedruckt von der K. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg im Jahre 1876; und
   The Climate of Eastern Asia, dasselbe in englischer Sprache im Journal *of the North-China Branch of the Royal Asiatic Society*, Vol. XII 1877, Schanghai.
2. Ueber das Klima Pekings, Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der K. Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg, T. V No. 8, 1876.
3. Ein Beitrag zur Geographie und Lehre vom Erdmagnetismus Asiens und Europas, Ergänzungsheft No. 78 zu Petermann's Mitteilungen.
4. *On Chronology and the Construction of the Calendar with special regard to the Chinese computation of time compared with the European.* St. Petersburg, 1886.
5. Ueber die Bestimmung der geographischen Länge und Breite und der drei Elemente des Erdmagnetismus durch Beobachtung zu Lande, sowie erdmagnetische und geographische Messungen an mehr als 1000 verschiedenen Orten in Asien und Europa, ausgeführt in den Jahren 1867 bis 1891. St. Petersburg, 1893.
6. *Observations magnétiques sur 509 lieux, faites en Asie et en Europe pendant la période de 1867—1894.* St. Petersburg, 1897.

Ausser den eben genannten Schriften sind von mir noch etwa 30 längere und kürzere Abhandlungen über meine Forschungen in Betreff der Meteorologie, Geographie und Erdmagnetismus während der Jahre 1867 bis 1894, in deutscher, russischer und englischer Sprache verfasst und im Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der K. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg, in den Publikationen der K. russischen Geographischen Gesellschaft etc. gedruckt worden.

gesetzt und darauf sein transportables Inventar (Bibliothek, astronomische Instrumente etc.) nach dem neu gegründeten Observatorium in Irkutsk übergeführt.

Im Jahre 1900 wurde die geistliche Mission in Be-guan — Kirche, Wohn- und Schulhäuser — durch die sog. Boxer von Grund aus zerstört und der grösste Teil der Chinesen, welche der griechischen Kirche angehörten und von kriegsgefangenen Russen aus der Zeit des Kaisers Kang-hi (1700) abstammten, ermordet. Auch die Gebäude des ehemaligen Observatoriums sind bei dieser Gelegenheit vernichtet, so dass es jetzt, da auch die altertümlichen Instrumente der chinesischen Sternwarte nach Deutschland entführt sind, in Peking kein Observatorium mehr giebt.

Ueber Schattenphänomene bei Finsternissen.

Vortrag,

gehalten auf der Treptow-Sternwarte

am 68. Beobachtungsabend des „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte" am 9. Oktober 1901

von Dr. A. Leman in Charlottenburg.

(Fortsetzung.)

Es bedarf zunächst einer kleinen Orientierung über die bei einer Mondfinsternis vorliegenden geometrischen Beziehungen, welche Ihnen die jetzt erscheinende Figur (6) liefern soll. Dieselbe ist allerdings nur eine sogenannte schematische, d. h. eine solche, bei welcher die Längenverhältnisse der Deutlichkeit und Uebersichtlichkeit wegen ganz und gar willkürlich gewählt sind und der Wirklichkeit nicht einmal annähernd entsprechen. Der mit dem Buchstaben *E* bezeichnete Kreis soll einen Durchschnitt durch die Erdkugel bedeuten, der so gelegt ist, dass er auch durch die Mitte der Sonnenscheibe hindurchgeht. Um Missverständnissen vorzubeugen, will ich hier sogleich im Vorbeigehen bemerken, dass wir für den vorliegenden Zweck durchaus berechtigt sind, uns sowohl die Sonne als auch den Mond als blosse Scheiben am Himmel vorzustellen, wie sie ja auch einem Auge, dessen unbefangenes Urteil nicht durch nähere Sachkenntnis getrübt ist, erscheinen. Da nämlich bei einer Mondfinsternis die Mittelpunkte der drei Himmelskörper nahezu in einer geraden Linie liegen und diese mit den Richtungen, in welchen wir nach den verschiedenen Punkten des Mondes, bezw. der Sonne hinblicken, nur äusserst spitze Winkel bildet, so hat die in Wirklichkeit ja nahezu kugelförmige Gestalt der Oberfläche dieser beiden Körper keinen merklichen Einfluss auf die Figur des Schattenrandes. In unserer Figur stellt deshalb die starke gerade Linie *SS* den Durchschnitt durch die Sonnenscheibe und die sich daran anschliessende gerissene Linie die Erweiterung der Ebene dar, von welcher die Sonnenscheibe ja nur einen Teil einnimmt. Ziehen wir jetzt von dem oberen und unteren Rande der Sonnenscheibe *SS* die beiden sogenannten äusseren Tangenten an den Kreis *E*, die sich im Punkte *a* schneiden, so begrenzen diese den Raum des geometrischen Kernschattens; geometrisch, weil es sich hierbei eben nur um eine geometrische Konstruktion handelt, bei welcher vorläufig noch gar keine Rede davon ist, dass diese beiden Tangenten Lichtstrahlen bedeuten sollen. Es leuchtet aber sofort ein, dass kein im Innern des Winkelraumes zwischen diesen Tangenten hinter *E* gelegener Punkt Licht von irgend einem Punkte des Sonnendurchschnittes *SS* bekommen kann. Analog bilden die beiden sogenannten inneren Tangenten von *SS* aus an *E* ge-



legt, die sich zwischen *E* und *SS* in *i* schneiden, die Grenze für den geometrischen Halbschatten. Die Abstände der Punkte *a* und *i* vom Mittelpunkt der Erde *E* sind von der Entfernung zwischen Sonne und Erde abhängig und betragen im Mittel 216,8 bezw. 212,9 Erdradien. Es ist sofort einzusehen, dass diese Abstände hier im Vergleich mit dem Erdradius viel zu klein gezeichnet werden mussten, wenn die Figur auf dem zur Verfügung stehenden Raum Platz finden und dabei doch nicht zu verschwindender Schmalheit zusammenschrumpfen sollte, dass aber durch diese Verzerrung keine prinzipiell unrichtige Vorstellungen erweckt werden.

Nun denken wir uns hinter *E* eine ungeheure weisse Leinewand ausgespannt, welche senkrecht auf der Richtung *E a* steht und von welcher *MM* wieder den Durchschnitt vorstellt. Nehmen wird den Abstand zwischen *E* und der Ebene *MM* zu etwa 60 Erdradien an, so ist dies das Mittel aus den um etwa 6 Erdradien hin- und herschwankenden Entfernungen des Mondes vom Erdmittelpunkte. Unter mittleren Umständen wird also die Mondscheibe einen Teil der Fläche *MM* einnehmen; es wird sich aber auf der Leinewand das ganze Schattenbild des Erdkörpers sichtbar machen, von welchem seiner Grösse wegen auf der Mondscheibe immer nur ein verhältnismässig kleiner Teil Platz findet.

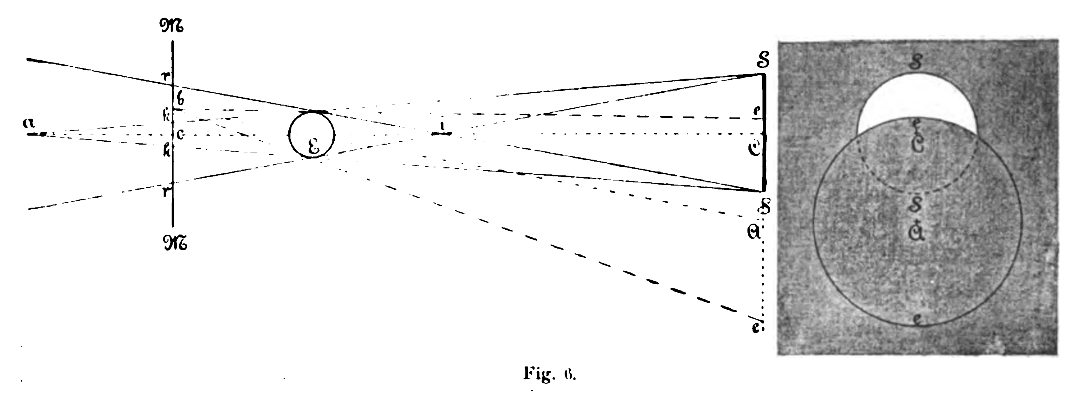


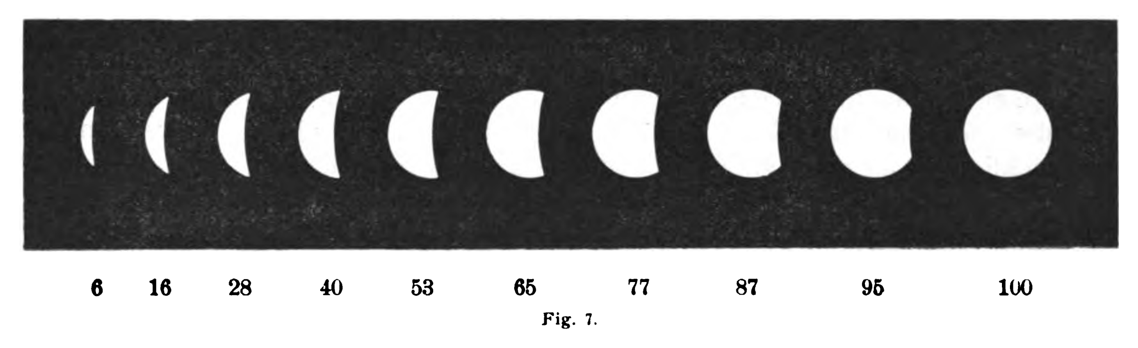
Fig. 6.

Dass das Schattenbild von der Erde aus gesehen, kreisförmig erscheinen wird, liegt ja auf der Hand; *kk* wird dann den Durchmesser des wirklichen Kernschattens, *rr* den des Halbschattens vorstellen. Aus den schon mitgeteilten Zahlenwerten kann die Länge von *kk* sowohl, wie von *rr* berechnet werden, und es findet sich für *kk* der Wert von nahezu $^{13}/_{9}$ für *rr* $^{23}/_{9}$ Erdradien. Der Winkel *a* unter welchem ein im Erdmittelpunkte befindliches Auge den Radius *ck* des geometrischen Kernschattens sehen würde, beträgt dann 2471 Sekunden. In der Figur stimmt das natürlich wegen der Verzerrung nicht mehr, was aber wiederum ganz belanglos ist.

Stellen wir uns nun vor, auf der Ebene *M M* befände sich ein Beobachter, der von da nach der Sonne blickte. Dieser würde die Erscheinung einer Sonnenfinsternis vor sich haben, und zwar einer totalen, wenn er sich zwischen den beiden Punkten *k k*, einer mehr oder weniger grossen partiellen, wenn er sich zwischen *k* und *r* befände. Der Anblick der letzteren würde für ihn aber etwas verschieden sein von demjenigen, den wir bei einem solchen Phänomen erhalten. Während nämlich für uns der die Sonnenscheibe verdeckende Mond einen scheinbaren Durchmesser besitzt, der sich nur wenig von dem der Sonne unterscheidet, erscheint dem Beobachter in *M M* die die Verfinsterung bewirkende Erdkugel als eine Scheibe, deren Durchmesser nahezu 3,6mal so gross ist als

der der Sonne. Rechts in der Figur 6 sehen Sie die Erscheinung angedeutet, die der Beobachter haben würde, wenn er sich im Punkte *b* befände, allerdings auch wieder der Verzeichnung wegen, den wirklichen Verhältnissen nur unvollkommen entsprechend.

Der Beobachter in der Ebene *MM* möge jetzt einmal gerade am Rande des Kernschattens *k* Aufstellung nehmen, dann von da nach dem des Halbschattens *r* hinüberschreiten und dabei den ganzen Weg von *k* nach *r* in 10 gleich grossen Schritten zurücklegen. Nach jedem Schritte mache er für einen Augenblick Halt und betrachte die Sonnenfinsternis. Wenn er in *k* steht, ist ihm die Sonnenscheibe noch soeben von der Erde vollkommen verdeckt; sowie er sich aber auch nur anschickt, nach *r* zu gelangen, so kommt auch schon ein ganz schmales Stückchen Sonne hinter der Erde zum Vorschein. Hat er den ersten der verabredeten 10 Schritte gethan, dann ist $^1/_{10}$ des Sonnendurchmessers sichtbar, nach 2 Schritten $^2/_{10}$ u. s. f., nach dem 10. Schritte der ganze Sonnendurchmesser; er steht an der Grenze des Halbschattens und die Verfinsterung hört damit ganz auf. Das folgende Bild (Fig. 7) zeigt diese 10 Stufen, und zwar



6 16 28 40 53 65 77 87 95 100

Fig. 7.

jetzt so, wie sie in Wirklichkeit erscheinen würden. Unter jeder der Stufen steht eine Zahl, welche angiebt, wie gross das sichtbare Flächenstück im Vergleich zu dem der ganzen Sonnenscheibe ist; alles ausgedrückt in Hunderteln der letzteren.

Die auf dem Vollmonde unter der Beleuchtung durch die ganze Sonnenscheibe entstehende Helligkeit könnten wir uns doch auf dem Auffangeschirme hervorgebracht denken durch die gleichzeitige Wirkung von 100 Kerzen von passender Lichtstärke. Dann ist aber offenbar, natürlich nur unter der Annahme, dass die Sonnenscheibe überall gleich hell leuchtete, die Helligkeit an dem jedesmaligen Standorte des Beobachters, wenn er den ersten, zweiten u. s. f. der obigen 10 Schritte gethan hat, eben so gross, als sie von nur 6, 16 u. s. f. solcher Kerzen erzeugt werden würde, und wir haben also durch diese Betrachtung zunächst schon eine ungefähre Vorstellung über die Helligkeitverteilung erlangt, welche in dem jetzt betrachteten Idealfalle in dem Halbschatten obwalten würde. Eine bei weitem deutlichere Anschauung werden wir indessen durch den Entwurf eines sogenannten Diagrammes (in geschmackvoller Verdeutschung auch Schauerlinie genannt) gewinnen, eines in wissenschaftlichen und technischen Abhandlungen in verschiedenartigen Formen zur Veranschaulichung von Zahlenwerten vielfach angewendeten Hilfsmittels, dessen ich mich auch später noch einmal bedienen werde. Auf einer geraden Linie habe ich (Fig. 8) die 10 Schritte des Beobachters von *k* nach *r* abgesetzt und ihre Endpunkte mit 1, 2, 3 u. s. w. bezeichnet. In jedem dieser Punkte habe ich einen Pfeil aufgepflanzt, dessen Länge, wie an den in gleichen Abständen von einander

quer verlaufenden Hilfslinien zu ersehen, die Anzahl der Kerzen vorstellt, die dort jedesmal wirksam zu denken ist. An einer die Spitzen der Pfeile verbindenden sanft gekrümmten Linie erkennen wir dann auch die Helligkeit, welche in jedem beliebigen Punkte des Halbschattens herrscht.

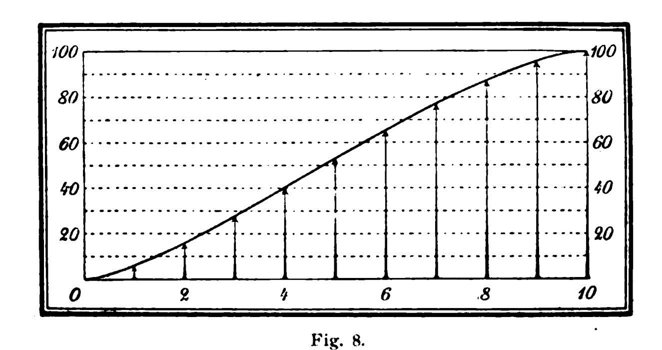


Fig. 8.

Auf dieser Grundlage würde ein geschickter Maler nun wohl das Bild eines Schattens herstellen können, demjenigen ziemlich gut entsprechend, welches unter den gemachten Voraussetzungen, dass die Erde keine Atmosphäre hätte und die Sonne eine in allen ihren Teilen gleichmässig leuchtende Scheibe wäre, in der Natur auf dem Schirme entstehen würde. Die Anforderungen aber, die man an die Geschicklichkeit des Künstlers erheben müsste, stellen sich bei näherer Ueberlegung doch als so hohe heraus, dass sie denen nicht viel nachgeben dürften, die Peter Schlemihl an den hochberühmten Maler richtete, welcher ihm an Stelle seines verkauften Schattens einen falschen malen sollte. Zwar würde er sich durch Zusammenmischen weisser und schwarzer Farbe in entsprechenden Verhältnissen eine Reihe der verschiedenen Helligkeitgrade mit Sicherheit herstellen, und an den richtigen Stellen des Bildes aufsetzen können, aber doch nicht alle möglichen. Die Uebergänge müsste er doch lediglich nach dem Dafürhalten machen und dabei würden ihm die oben charakterisierten Unvollkommenheiten des Auges derart üble Streiche spielen, dass das fertige Bild sicher viel von der Naturtreue verlieren würde.

Wir aber besitzen nunmehr eine Art Zaubermittel, welches nicht allein die grosse Mühe des Malers überflüssig macht, sondern auch ein viel getreueres Bild giebt, als er es überhaupt zu erzeugen im Stande wäre. Nur müssen wir dabei darauf verzichten, dasselbe dauernd festzuhalten und uns vielmehr damit begnügen, es nur so lange hervorzurufen, bis wir unsere Studien daran gemacht haben, und es dann wieder verschwinden lassen*). Mit übernatürlichen Dingen geht es dabei freilich nicht zu; wir wenden nur Geschwindigkeit an, die bekanntlich keine Hexerei ist.

Sie sehen hier die Zeichnung einer kreisförmigen Scheibe, die ich durch konzentrische Kreise in 9 ringförmige Zonen von gleicher Breite zerlegt habe. Ferner ist aber die Scheibe auch durch 4 Durchmesser in 8 gleiche Sektoren geteilt. In der äussersten Zone ist nichts Besonderes zu sehen; in der folgenden

*) In der That hat der Versuch, diese Erscheinungen durch Photographie zu fixieren, aller Sorgfalt ungeachtet, keinen ganz befriedigenden Erfolg gehabt. Die folgenden Figuren geben deshalb, ebenso wie die früheren Schattendarstellungen, nur eine ziemlich schwache Vorstellung von den zarten Helligkeitsabtönungen der Projectionsbilder. Anm. d. Red.

ist aber $^1/_8$ ihres ganzen Umfanges geschwärzt, in der nächsten $^2/_8$ u. s. f.; der innerste Kreis ist ganz schwarz. Die Schwärzung bedeutet doch aber nichts anderes als das Auslöschen des Lichtes, welches den geschwärzten Teil früher erfüllte. Daher enthält die zweite Zone im ganzen nur $^7/_8$ des Lichtes der ersten, die dritte $^6/_8$ u. s. w. Es stehen in der zweiten gewissermassen 7 Teile weisser und 1 Teil schwarzer Farbe nebeneinander, noch unvermischt. Analog ist es in den anderen Zonen. Um die Farben jetzt untereinander zu rühren, brauchen wir die Scheibe nur in rasche Umdrehung um ihren Mittelpunkt zu versetzen. Alsdann wird also jede der Zonen mit einer Helligkeit erfüllt erscheinen, die, von aussen nach innen schreitend, $^7/_8$, $^6/_8$ u. s. w. von derjenigen der äussersten beträgt, welche ja auch gleichzeitig die des Hintergrundes ist.

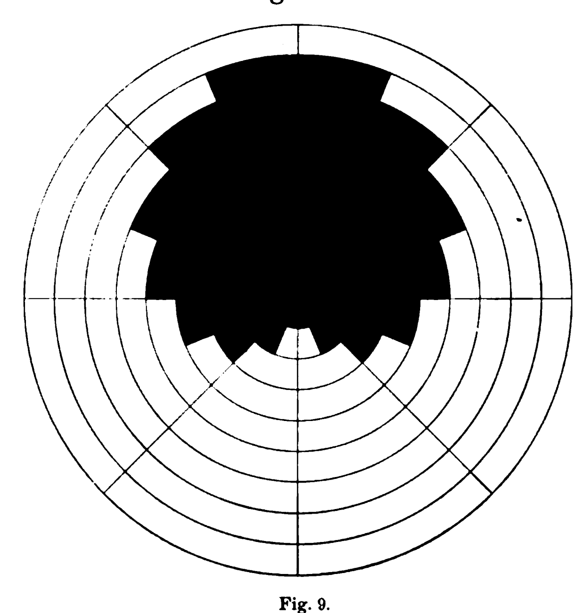


Fig. 9.

(Fortsetzung folgt.)



Kleine Mitteilungen.

Atomgewichtsbestimmung mittels Röntgenstrahlen. Bekanntlich ist die Entscheidung darüber, ob in einem Molekül nur ein oder mehrere Atome von einem Element vorhanden sind, dessen Anwesenheit quantitativ festgestellt werden soll, garnicht so einfach. Die Bestimmung wird um so schwieriger, als die neueren Dampfdichteuntersuchungen gelehrt haben, dass bei niederen Temperaturgraden Polymerien (engere Verbindungen mehrerer Moleküle zu einem einheitlichen Complex) häufiger vorkommen, als man früher wohl angenommen hatte. Täuscht man sich aber über die Zahl der Atome eines Elements in einer chemischen Verbindung, so begeht man damit einen Fehler bezüglich der Feststellung des relativen Gewichts dieser Atome, und dies ist eine direkte Fehlerquelle bei der Bestimmung des Atomgewichts neuer Elemente. Bei den kürzlich erst entdeckten Elementen macht sich dies nun um so mehr störend bemerklich, als diese ganz neuen Elemente im Allgemeinen nur in recht wenigen Verbindungen auf der Erde vorkommen, Kontrolluntersuchungen also häufig nicht in genügender Variation anzustellen sind, zumal die Elemente, um die es sich handelt, gewöhnlich auch nur in sehr geringen Mengen vorhanden sind. Es giebt nun freilich eine Anzahl von Hilfsmitteln zur Bestimmung der Atomzahl oder des Atomgewichts. In verdünnten Lösungen wird die Gefriertemperatur, unabhängig von der Natur des gelösten Körpers, herabgesetzt proportional der Anzahl der in der Volumeneinheit enthaltenen Moleküle; ebenso wird bei solchen Lösungen die Siedetemperatur erhöht im Verhältnis zur Anzahl der vorhandenen Moleküle. Ferner lässt sich zur Bestimmung des Atomgewichts die specifische Wärme der Atomgewichte benutzen. Nach dem Gesetz von Delong und Petit sind die Produkte aus Atomgewicht und specifischer Wärme einander annähernd gleich, und zwar beträgt durchschnittlich dies Produkt 6,4. Da aber von allen diesen Gesetzen auch Ausnahmen vorkommen, so ist es erwünscht, recht viele Hilfsmittel zur Bestimmung des Atomgewichts zu besitzen, damit die eine Methode durch die andere kontrolliert werden kann. Ein solches neues Hilfsmittel hat nun L. Benoist gefunden. Er beobachtete nämlich, dass der Grad der Durchlässigkeit eines einfachen Körpers für Röntgenstrahlen eine vom Atomgewicht abhängige Constante bildet, also ebenso, wie die Atomwärme, zur Bestimmung des Atomge-

wichts benutzt werden kann: Benoist hat seine Methode auch schon angewandt zur Feststellung des Atomgewichts des „Indiums", über das die Chemiker noch zwischen den Werten 75,6 und 113,4 schwanken. Nach dem Grade der Durchgängigkeit für Röntgenstrahlen stellt Benoist das Indium hinter Silber und auch hinter Cadmium. Nun ist das Atomgewicht des Silbers aber 108 und das des Cadmiums 112, danach müsste also das des Indiums 113,4 betragen.

* * *

Das Leuchten der Nebelflecken. Allem Anscheine nach sind die Nebelflecken von uns ebenso weit entfernt wie die Fixsterne. Da diese Entfernungen aber sehr gross — in den meisten Fällen unmessbar gross sind, so folgt für die oft eine weite Fläche am Himmel bedeckenden Nebel eine unvorstellbar grosse räumliche Ausdehnung. So füllt zum Beispiel der prachtvolle Orionnebel eine Region am Himmel aus, die viele millionenmal das von der Bahn des Neptun, des äussersten Planeten, eingeschlossene Gebiet unseres Sonnensystems übertrifft. Und das ist nur der hellste Teil des Nebels, von dem sich noch spiralige Nebelwindungen über den ganzen südlichen Teil des Sternbildes Orion hinziehen. Es ist kaum zu bezweifeln, dass dieser Nebelfleck eine ähnliche Ausdehnung nach der Tiefe, also längs der Sehrichtung besitzt, wie in seiner scheinbaren „Breite". Wir können dann seinen Rauminhalt in runder Zahl auf das billionfache des Raumes schätzen, den eine Kugel vom Durchmesser der Neptunsbahn einnimmt. In dieser Kugel hätte der Raumgehalt unserer Sonne über 200 000 millionenmal Platz!

Die Stoffe, welche diesen ungeheuren Raum erfüllen, müssen sich in einem Zustande äusserster Verdünnung und Zerstreuung befinden. Denn die Gesamtmasse des Nebels muss verhältnismässig gering sein, weil andernfalls die einzelnen Nebelteile und die benachbarten Sterne Bewegungen von riesigem Betrage verraten müssten. Solche sind aber den Beobachtungen zufolge sicher nicht vorhanden. Wenn der Nebel aber so ausserordentlich dünne ist, woher stammt dann sein Licht? Aus der täglichen Erfahrung scheint uns die notwendige Folgerung hervorzugehen, dass jedes Leuchten mit Erwärmung verbunden oder durch solche erzeugt ist. Allein es giebt doch viele Ausnahmen; es sei hier nur an die Phosphorescenz und an das Leuchtvermögen mancher Insecten erinnert; letzteres findet bekanntlich ohne Wärmeentwickelung statt. Die Physik hat uns noch andere selbst bei grosser Kälte vor sich gehende Leuchtvorgänge kennen gelehrt. Namentlich können solche in stark verdünnten Gasen durch elektrische Entladungen oder nach dem Vorgange des berühmten Physikers Tesla mittels Erregung durch hochgespannte Wechselströme hervorgerufen werden. Somit wird es auch verständlich, dass dünne Gase im Weltraum bei niedriger Temperatur leuchten können, wie die Nebelflecken und die Schweife der Kometen. Umgekehrt wäre es schwer begreiflich, wie ein äusserst dünnes Gas dauernd eine hohe Temperatur beibehalten könnte. Es müsste seine Wärme sehr bald ausgestrahlt haben, ohne dafür einen Erzatz zu erhalten — wenigstens lässt sich ein solcher ohne sehr künstliche Hypothesen nicht ausfindig machen.

Mit dem Gedanken an ein „kaltes Glühen" wird man sich noch leichter vertraut machen, wenn man folgende von Sir William Crookes, dem hervorragenden englischen Physiker, Entdecker der „strahlenden Materie" kürzlich in der Londoner Royal Society*) bekannt gemachte Erfahrung liest. Schon vor elf Jahren hat Crookes gezeigt, dass manche bei gewöhnlicher Temperatur für nichtflüchtig gehaltene Stoffe wie Silber, Gold, Platin, sich sehr leicht im luftleeren Raum verflüchtigen, wenn sie mit dem negativen Pol eines Inductionsapparates verbunden werden. Während diese eigenartige Verdampfung vor sich geht, glüht das Metall als ob es bis zur Rotglut erhitzt wäre. Diese „Wärme" ist aber nur eine oberflächliche. Das Metall beginnt nämlich im gleichen Moment zu „glühen", in dem die Leitung geschlossen wird und ebenso augenblicklich verlöscht das Licht mit dem Oeffnen des Stromkreises. Nur einzelne Metallteilchen sind es also, die so erregt werden, dass sie Licht ausstrahlen — alle anderen, alle im Inneren des Metallstückes befindlichen, bleiben von dieser „Erhitzung" unberührt. Bei einem anderen Versuche, in dem statt eines guten Wärmeleiters, eines Metalles, ein schlechter, nämlich Diamant als Kathode genommen wurde, wurde dessen Oberfläche so stark angegriffen, dass die Aussenschicht des Diamants sich in Graphit umwandelte, wozu mindestens eine Temperatur von 3600° C. nötig war.

So mögen auch in den Nebelflecken nur da und dort einzelne Gasteilchen bis zur Lichtausstrahlung erregt werden, im Grossen und Ganzen verharrt der Nebel in seiner niedrigen Temperatur.

*) Sitzung vom 6. Februar 1902.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

2. Jahrgang
17. und 18. Heft.

Herausgegeben von
F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.
Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

1902
Juni 1. und 15.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).
Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Ueber Schattenphänomene bei Finsternissen.

Vortrag,

gehalten auf der Treptow-Sternwarte

am 68. Beobachtungsabend des „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte“ am 9. Oktober 1901

von Dr. A. Leman in Charlottenburg.

(Fortsetzung.)

Ehe ich aber das Experiment mache, muss ich die Konstruktionslinien der Zeichnung (Fig. 9) beseitigen, weil diese die Erscheinung störend beeinflussen würden. Dabei bringe ich gleichzeitig noch eine kleine, aber wichtige technische

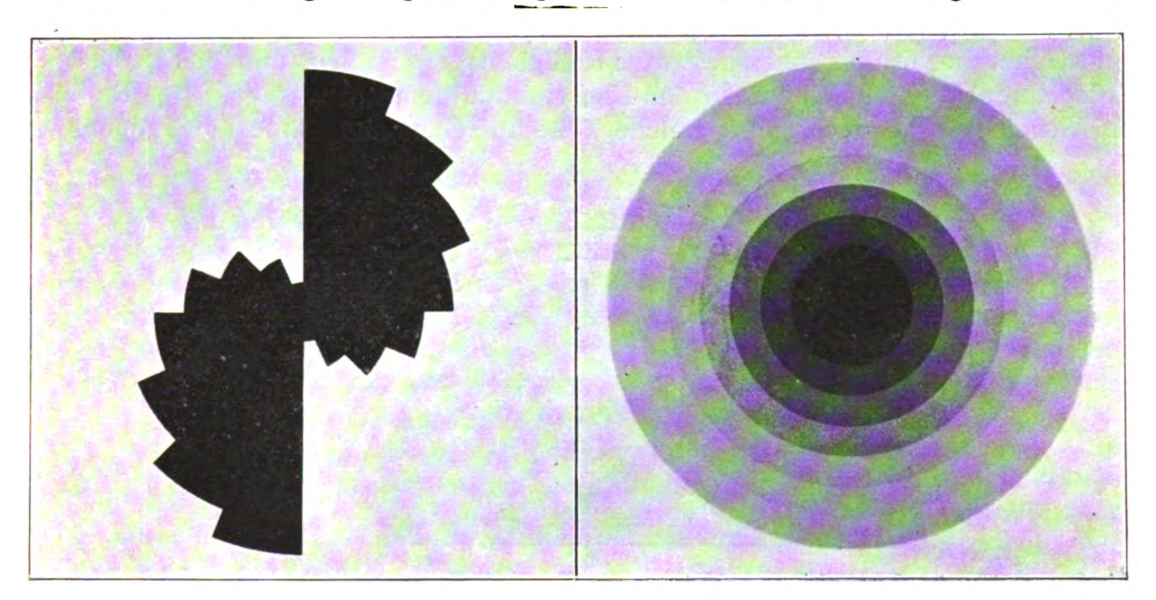


Fig. 10. Fig. 11.

Verbesserung in Anwendung. Ich denke mir die schwarze Silhouette, welche nach Wegnahme der Konstruktionslinien allein übrig bleibt, durch einen geraden Schnitt in zwei symmetrische Hälften zerlegt und wende die eine Hälfte um, so wie Sie es jetzt sehen (Fig. 10). Ich erziele dadurch, ohne dass etwas Wesent-

liches geändert wird, einen erheblichen Vorteil. Wenn nämlich die Vermischung von Hell und Dunkel zu Mitteltönen recht gut werden soll, muss die Umlaufgeschwindigkeit sehr gross sein, mindestens etwa 20mal in der Sekunde. Ist sie geringer, so entsteht ein höchst unangenehmes Flimmern, wie Sie es ja auch am Anfang und Ende des Versuches mit in Kauf nehmen müssen. Nach der Teilung der Scheibe braucht die Geschwindigkeit offenbar nur halb so gross zu sein, denn jede Hälfte tritt ja schon nach einem halben Umgang an die Stelle der anderen.

Wiederum bereitet der Anblick der rotierenden Scheibe (Fig. 11) eine ungeahnte Ueberraschung. Man hätte allen Grund gehabt, zu erwarten, dass genau der Eindruck entstehen würde, als wenn z. B. ein Satz von acht aus derselben Platte von dem rauchgrauen Glase, wie es zu Schutzbrillen verwendet wird, geschnittener Scheiben mit immer abnehmendem Durchmesser auf einer weissen Unterlage über einander aufgebaut würde. Statt dessen sieht es aber eher so aus, als ob eine Reihe flacher Glasschalen, etwa Uhrgläser, ineinander gesetzt wäre, von denen die grösseren auch noch aus dünnerem Glase beständen als die kleineren und dass ganz innen eine dunkle Scheibe läge. Wenn Sie sich aber nun ins Gedächtnis zurückrufen wollen, was ich vorhin über die Eigenschaften des Auges mitgeteilt habe, so wird das Ueberraschende der Erscheinung verblassen und Sie werden darin lediglich eine ausserordentlich packende Bestätigung meiner Angaben erblicken. Ja, wenn wir das Experiment mit den Rauchglasscheiben einmal wirklich ausführen wollten, so würden wir thatsächlich einen ähnlichen Eindruck erhalten, nur lange nicht so vollkommen, weil einerseits die Ränder der Scheiben notwendig stören müssten und anderseits das Bewusstsein, einer optischen Täuschung gegenüber zu stehen, dem Hervortreten derselben stark entgegenwirken würde.

Nach demselben Prinzip lassen Sie uns jetzt eine Scheibe (Fig. 12) herstellen, bei welcher die vorhin kennen gelernten Helligkeitsgrade an bestimmten Stellen des Erdschattenbildes zur Unterlage der Konstruktion gemacht werden. Der Radius der Scheibe ist danach in 23 gleiche Teile zu teilen und durch die Teilpunkte

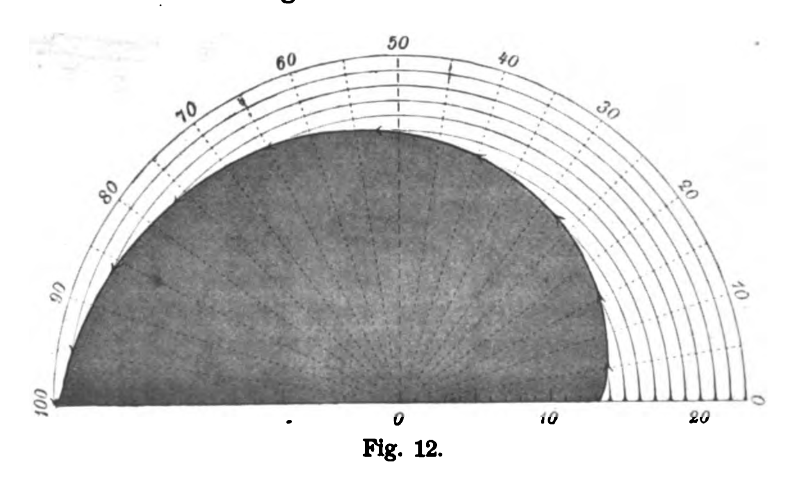


Fig. 12.

sind konzentrische Kreise zu legen. Die 12 innersten brauchen nicht gezogen zu werden, denn der 13. Kreis, vom Mittelpunkte aus gezählt, bildet die Grenze des wirklichen Kernschattens, bis zu ihm ist also die ganze mittlere Partie der Scheibe gleichmässig zu schwärzen. Die übrigen Kreise zerlegen das Gebiet des Halbschattens in 10 Zonen. Der 14. Kreis ist die Grenze zwischen der ersten

und zweiten solchen Zone. Vorhin haben wir gesehen, dass dort eine Helligkeit herrscht, welche $^{6}/_{100}$ von derjenigen beträgt, die am äussersten Rande des Halbschattens vorhanden ist und die also dadurch erzeugt werden kann, dass von der Umfangslinie des Kreises $^{94}/_{100}$ mit schwarzer Farbe ausgezogen werden, die übrigen $^{6}/_{100}$ unausgezogen, also weiss bleiben. Denkt man sich also, um wieder gleich eine solche Doppelfigur zu erhalten, wie vorhin, von irgend einem Durchmesser ausgehend, den halben Umfang des Kreises in 100 Teile geteilt, so bezeichnet der 6. Teilpunkt die Stelle, von welcher ab die Schwärzung beginnen muss. In entsprechender Weise sind die übrigen Kreise zu behandeln und die gefundenen Punkte durch eine schön gekrümmte Linie zu verbinden. Augenscheinlich bedeutet dieses Verfahren nichts anderes, als eine Uebertragung des vorhin gesehenen Helligkeitdiagrammes aus den dort angewendeten rechtwinkligen in Polarcoordinaten. Die Zeichnung stellt nur die eine Hälfte der Scheibe dar; damit alles recht anschaulich werde, habe ich alle Hilfslinien der Konstruktion angegeben und auch im Aeusserlichen das frühere Diagramm möglichst nachgebildet.

Die nach diesem Entwurfe zum Versuch passend gemachte Scheibe (Fig. 13) erscheint nunmehr auf dem Schirme und ihre Rotation liefert uns einen Anblick (Fig. 14), wie wir ihn in der Natur natürlich niemals geboten bekommen, nämlich die Totalansicht von dem ganzen Bilde des Erdschattens, mit vollkommener Treue demjenigen

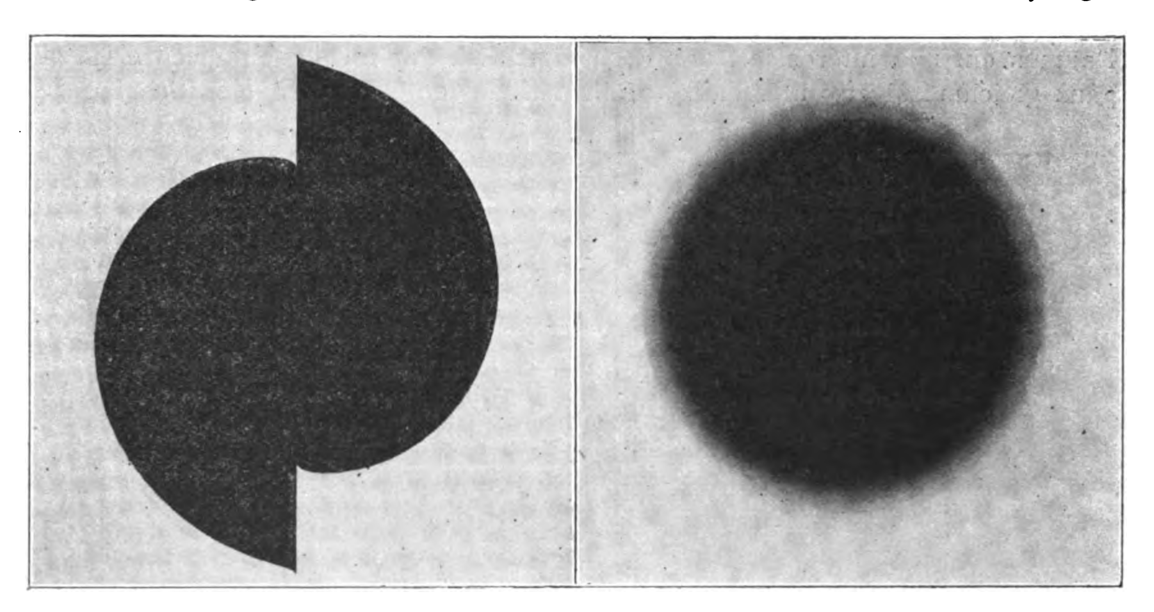


Fig. 13. Fig. 14.

entsprechend, welches in dem von uns ja jetzt betrachteten Idealfalle in Wirklichkeit entstehen würde. Wir erkennen daran wieder die nicht ganz scharfe, aber doch sehr deutlich hervortretende scheinbare Grenze des Kernschattens; wir würden unter Anwendung geeigneter Hilfsmittel die Grösse ihres Halbmessers ermitteln und mit dem an der ruhenden Scheibe zu messenden wahren Werte vergleichen können. Der Unterschied zwischen den beiden Messungsergebnissen würde dann den Betrag angeben, um welchen die scheinbare Grenze des Schattens gegen ihren wahren Ort nach aussen hin verschoben ist. Leider zeigt sich für diesen feineren Zweck das vor uns befindliche Bild etwas schlecht geeignet. Der Halbmesser der Schattengrenze beträgt hier, wie ich an dem

daran gehaltenen Metermassstabe ablese, ungefähr 40 cm. Von vornherein wissen wir, dass die in der Wirklichkeit beobachtete Vergrösserung etwa den 50. Teil des ganzen Wertes ausmacht, das wären also nur 8 mm, also eine verhältnismässig sehr kleine Grösse, deren Messung ziemlich unsicher ausfallen würde. Ihr Wert hängt aber auch, wie sofort zu übersehen, sehr wesentlich von der richtigen Form der Umrisslinie an der rotierenden Scheibe ab, und zwar gerade an der dem Rande des geometrischen Kernschattens nahe benachbarten Gegend. Verhältnismässig kleine Unrichtigkeiten dieser Begrenzungslinie können schon eine sehr merkliche Verfälschung der zu messenden Grösse hervorbringen. Nun ist aber gerade diese Stelle der Linie, auf welche es hier ankommt, bei der vorhin erläuterten Konstruktion derselben besonders schwer genau richtig zu treffen. Hätte ich freilich die Scheibe gleich in der Grösse zeichnen können, wie sie sich hier auf der Leinewand projiziert, dann hätte ich sie natürlich auch sehr genau machen können. Ich hätte ja nur nötig gehabt, noch eine Reihe von Zwischenpunkten zu berechnen und danach die besonders wichtige Stelle schärfer zu bestimmen. Da sich in Wirklichkeit die Scheibe doch aber nur so gross machen liess, dass sie noch in dem Projektionsapparat Platz fand, so versagte dieses Hilfsmittel.

Dem Uebelstande lässt sich aber durch einen kleinen Kunstgriff leicht begegnen. In dem uns vorliegenden Bilde nimmt der den geometrischen Kernschatten darstellende Teil bereits ein grosses Stück des zur Verfügung stehenden Raumes ein und interessiert uns doch eigentlich gar nicht mehr, weil er ja mit ganz gleichmässiger Dunkelheit erfüllt ist. Wenn ich aber eine Scheibe be-

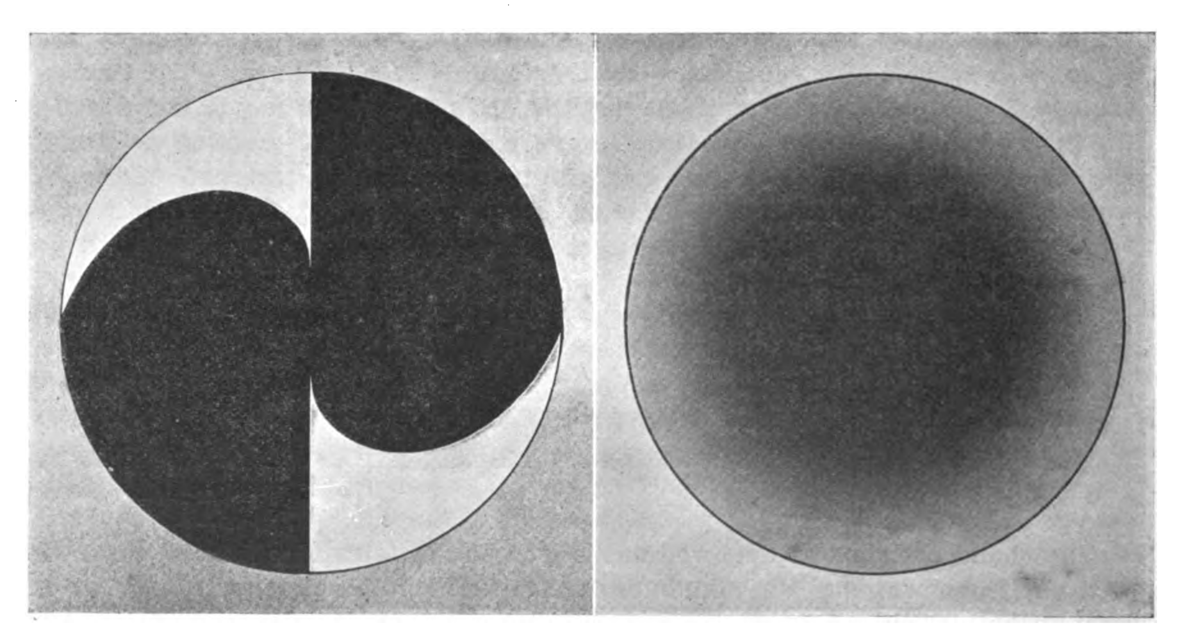


Fig. 15. Fig. 16.

nutzen wollte, bei welcher der Radius dieses Teiles viel kleiner gemacht, die übrige Konstruktion jedoch in genau den gleichen Verhältnissen ausgeführt würde, wie vorhin, so würde ihre Rotation ein Bild geben, bei welchem nur der Kernschatten kleiner erschiene, in der Helligkeitsabtönung des Halbschattens indessen absolut nichts geändert wäre. Die Messung der scheinbaren Verschiebung der Schattengrenze würde demnach genau denselben Wert ergeben

wie vorhin. Da aber jetzt nach aussen hin Platz gewonnen würde, liesse sich das Halbschattengebiet in grösserem Massstabe und deshalb genauer darstellen, als vorher. Für den jetzt verfolgten Zweck interessiert uns doch aber das ganze äussere Gebiet des Halbschattens auch nicht mehr; lassen wir dasselbe daher ebenfalls weg, so gewinnen wir abermals Raum und können das übrigbleibende Stück der Umrisslinie der Scheibe so stark vergrössert zeichnen, dass es mit aller nur wünschbaren Genauigkeit dargestellt werden kann. Eine auf Grund dieser Ueberlegung angefertigte Scheibe sehen Sie jetzt vor sich (Fig. 15); es ist nur nötig, über ihr Verhältnis zu der vorigen etwas Näheres anzugeben. Schon bei der Vorführung der zur Orientierung dienenden schematischen Figur habe ich angegeben, dass uns der Radius des geometrischen Kernschattens, wenn wir ihn ganz zu überblicken vermöchten, unter einem Sehwinkel von 2471 Sekunden erscheinen würde. Ich habe nun die verhältnismässigen Helligkeiten für die Zonen des Halbschattens berechnet, deren Radius unter Winkeln von 2481, 2491 u. s. f. bis 2571 Sekunden gesehen werden würden. Dem Werte von 2471 Sekunden entspricht jetzt in der Figur die ganz willkürlich angenommene Entfernung vom Mittelpunkte bis zur Spitze des einspringenden Winkels zwischen dem krummlinigen Begrenzungsstück der Scheibe und dem Ausgangsradius, dem Werte von 2571 Sekunden dagegen der äussere Radius der Scheibe. Die immer um je 10 Sekunden steigenden Zwischenwerte von 2481, 2491 u. s. f. Sekunden teilen also das Stück zwischen der Winkelspitze und dem äusseren Rand in 10 gleiche Teile. Durch die Teilpunkte sind wieder die konzentrischen Kreise gelegt und auf diesen die berechneten Helligkeitgrade, in Teilen des Umfanges jeder der Kreise gemessen, aufzutragen zu denken. Die so erhaltene krumme Linie stellt jetzt nur noch das innerste Stück der im vorigen Versuche betrachteten ganzen Umrisslinie dar und zwar in überschläglich etwa 50maliger Vergrösserung.

Ehe sie in Rotation versetzt wird, lassen Sie uns überlegen, an welcher Stelle die zu erwartende scheinbare Grenzlinie des Kernschattens ungefähr auftreten müssen wird. Wenn die Verschiebung, wie wir ja wieder mit einiger Wahrscheinlichkeit von vornherein annehmen können, etwa den 50. Teil des geometrischen Halbmessers, also nahezu 50 Sekunden beträgt, so wird die scheinbare Schattengrenze durch den bei der beschriebenen Konstruktion benutzten Teilpunkt hindurchgehen müssen, welcher $2471 + 50 = 2521$ Sekunden Abstand vom Mittelpunkte bezeichnete und demnach den Abstand von der inneren Spitze und dem äusseren Rande gerade halbiert. Ich will diese Stelle dadurch markieren, dass ich das Ende des Stockes dahin halte, mache jedoch darauf aufmerksam, dass infolge der Vergrösserung naturgemäss auch die Verschwommenheit der Trennungslinie erheblich stärker sein wird, als vorhin. Die Trennungslinie tritt aber trotzdem noch mit so grosser Deutlichkeit hervor, dass Sie eine kleine Abweichung (Fig. 16) von der bezeichneten Stelle nach der Mitte zu wohl noch sicher bemerken werden.

Herr Prof. Seeliger hat den Ort, wo diese scheinbare Grenze auftritt, durch mehrfach wiederholte Messungen näher bestimmt und sich dazu folgenden einfachen Hilfsmittels bedient. Da er ja nicht notwendig hatte, die Erscheinung mittels des Projektionsapparates einem so grossen Auditorium vorzuführen, wie es mir zu meiner Freude heut zu teil geworden ist, so bediente er sich zu seinen Versuchen einer Scheibe aus weissem Karton von 30 cm Durchmesser, auf welcher die Figur nach genauer Vorzeichnung mit schwarzer Farbe aufgemalt

wurde. Zur Beseitigung störender Nebeneindrücke stellte er vor die Scheibe einen grossen Schirm aus Pappe mit einer runden Oeffnung mit dem gleichen Durchmesser der Scheibe. Auf der oberen Kante des Schirmes war ein Schieber beweglich, von welchem ein Faden herabhing, der an seinem unteren Ende ein Gewichtchen trug, durch das er gerade gespannt wurde. An dem unteren Rande des Pappschirmes wurde ein Millimetermassstab horizontal befestigt, welcher von dem herabhängenden Faden soeben berührt wurde. Ein Gehilfe verschob jetzt den Schieber so lange, bis der in etwa 5 m Abstand vor der rotierenden Scheibe stehende Beobachter den Eindruck hatte, dass der herabhängende Faden die Grenzlinie des Schattens möglichst genau, d. h. soweit die Verschwommenheit ein Urteil zuliess, berührte und zwar das eine mal links, das andre mal rechts vom Centrum. In beiden Stellungen wurde der Ort des Fadens auf dem Massstabe abgelesen. Man erhielt so den Durchmesser der scheinbaren Schattengrenze und konnte daraus ihre Verschiebung gegen die geometrische Grenze berechnen. Die Beleuchtung der Scheibe geschah durch eine Petroleumlampe mit Reflektor und war dem Urteile der Beobachter nach etwa mit der Helligkeit des Vollmondes vergleichbar. Sie wurde indessen noch erheblich variiert, indem die Lampe in verschiedenen Entfernungen, zwischen 1,4 und 5,5 m von der Scheibe aufgestellt wurde, wobei sich übrigens merkliche Verschiedenheiten in den Beobachtungsresultaten nicht herausstellten. An den Beobachtungen beteiligten sich 4 Herren der Münchener Sternwarte, von denen jeder eine grössere Anzahl von Einstellungen ausführte. Die Einzelergebnisse weichen natürlich, weil es sich dabei doch stark um persönliche Auffassung handelt, untereinander etwas ab, stehen aber doch in verhältnismässig sehr guter Uebereinstimmung und liefern einen Mittelwert für die Verschiebung von etwa 36 Sekunden.

Dieses bemerkenswerte Ergebnis liefert in der überzeugendsten Weise den Beweis, dass an dem Phänomen der Vergrösserung des Erdschattens die Wirkung der Atmosphäre höchstens in geringfügigem Grade beteiligt sein kann, indem ja schon mehr als $^2/_3$ des aus den Beobachtungen hervorgehenden Wertes von 50 Sekunden durch die besprochene Ursache erklärt werden. Die weiteren Untersuchungen Seeligers lassen aber erkennen, dass auch der noch fehlende Betrag von 14 Sekunden zum erheblichen Teile auf die Mitwirkung einer anderen Ursache zurückgeführt werden muss, nämlich auf die schon früher berührte ungleichmässige, gegen den Rand stark abfallende Helligkeit der Sonnenscheibe und dass deshalb in Bezug auf diese Erscheinung der Atmosphäre nur eine ziemlich unbedeutende, sekundäre Rolle zukommt. Dass sie trotzdem von sehr charakteristischem Einfluss auf die ganze Natur des Schattenbildes selbst ist, und wie dieser Einfluss sich äussert, wird aus dem Folgenden hervorgehen.

Prof. Seeliger hat sich die Aufgabe gestellt, zu ermitteln, in wie weit die Stärke der Beleuchtung der Mondoberfläche in der Nähe der Grenze des geometrischen Kernschattens gegen die im Idealfalle kennen gelernte durch die bezeichneten beiden Ursachen geändert wird. Um ihm in dieser Untersuchung wenigstens von Weitem folgen zu können, muss ich Sie bitten, mit mir noch einmal zu der früher betrachteten schematischen Figur zurückzukehren, in welcher wir uns nunmehr den Erdball mit seiner Atmosphäre umhüllt denken wollen. In der Figur (Fig. 17) stellt die gerade Linie Sk wiederum die äussere Tangente von dem oberen Randpunkte S der Sonnenscheibe an den Durchschnittskreis E

der Erdkugel gelegt, dar; *k* ist also nach der früheren Erklärung ein Punkt der Grenze des geometrischen Kernschattens.

Ein Lichtstrahl, welcher dieser Tangente von *S* aus folgt, gelangt jetzt nicht mehr, wie bei dem Idealfalle, geradlinig nach *k*, sondern ändert beim Durchgang durch die Atmosphäre seine Richtung derart, dass er überhaupt nicht mehr bei dem Erdkörper vorbei kommen kann, vielmehr von diesem abgefangen wird. Beim Eintritt in die allerhöchsten, dünnsten Schichten wird er nämlich schon, wenn auch noch so unbedeutend, etwas abgelenkt und zwar nach dem Erdkörper zu. Die Ablenkung wird aber stärker und stärker je mehr er in die tieferen, dichteren Schichten eindringt und dies hat zur Folge, dass der ursprünglich geradlinige Strahl in der Atmosphäre eine gekrümmte Bahn durchläuft, welche schliesslich die Erdoberfläche unter einem, freilich sehr spitzen, Winkel treffen muss. Ein anderer Lichtstrahl, welcher von *S* ausgehend, ohne das Vorhandensein der Atmosphäre an dem Erdkörper in einem beliebigen, nur nicht sehr grossen Abstande vorbeipassieren würde, erfährt eine ähnliche Krümmung, die ihn ebenfalls näher an die Erdoberfläche heranbringt; je nachdem aber der ursprüngliche Abstand kleiner oder grösser war, wird die Krümmung den Strahl entweder ebenfalls noch bis zum Einschneiden in den Erdboden herabbringen oder nur bewirken können, dass er letzteren gerade streift oder endlich in einer gewissen Höhe darüber hinweg geht. In den letzten beiden Fällen setzt er natürlich seinen gekrümmten Weg in der Atmosphäre noch weiter fort, gelangt

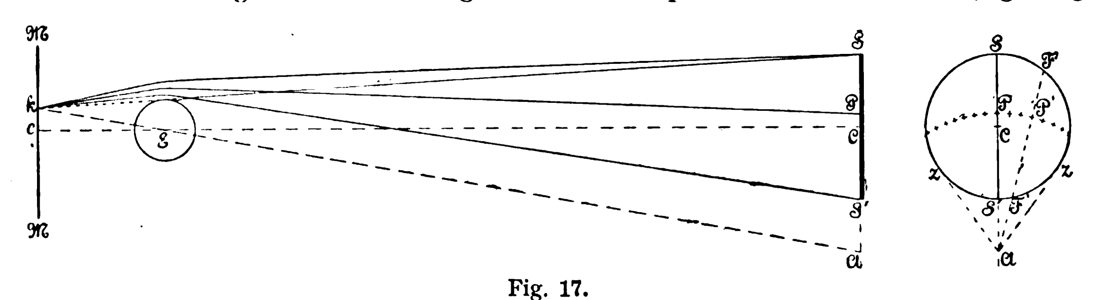


Fig. 17.

aus den dichteren Schichten allmählich wieder in die dünneren, wobei seine Krümmung schwächer und schwächer wird und schliesslich ganz verschwindet. Er geht dann wieder geradlinig in das Weltall hinaus; seine jetzige Richtung unterscheidet sich aber von der ursprünglichen um einen gewissen Betrag, welcher die gesammte Ablenkung des Strahles angiebt und deren Hälfte man mit dem astronomisch-technischen Namen der Horizontalrefraktion bezeichnet und zwar deswegen, weil der Lichtstrahl ja an der Stelle seiner grössten Annäherung an die Erde horizontal über ihre Oberfläche hingeht.

Es liegt auf der Hand, dass die Ablenkung um so grösser sein muss, je tiefere Schichten der Atmosphäre zur Mitwirkung gelangen, d. h. je näher der Strahl an die Erdoberfläche herankommt. Für denjenigen, der sie gerade streift, beträgt die ganze Ablenkung in runder Zahl etwa 70 Minuten, für einen, der in 10 km Höhe vorbeigeht, nur noch etwa 20 Minuten, bei 30 km Höhe 1 Minute, bei 60 km nur noch $^1/_2$ Sekunde. In Höhen über 10 km ist freilich noch niemand hinaufgelangt; sie werden uns auch für immer unzugänglich bleiben. Jene Angaben sind daher nicht durch die Erfahrung unmittelbar kontrollierbar, sondern nur Ergebnisse aus Berechnungen. Immerhin aber hat man hinreichenden Grund, überzeugt zu sein, dass sie der Wirklichkeit mindestens ziemlich nahe kommen müssen. Ich will Ihnen dies mit wenigen Worten zu erläutern suchen.

Von solchen Krümmungen, wie wir sie vorhin kennen gelernt haben, wird natürlich jeder Lichtstrahl betroffen werden, der durch die Atmosphäre zu uns gelangt. Die von den Gestirnen ausgehenden müssen durch alle Schichten der letzteren, auch durch die allerhöchsten hindurch. Da wir aber alle Gegenstände in derjenigen Richtung zu erblicken glauben, welche das von ihnen ausgesandte Licht beim Eintritt in unser Auge besitzt, so müssen uns infolge der Krümmung auch alle Gestirne gegen ihren wahren Ort am Himmel etwas verschoben, nämlich um den Betrag der Ablenkung höher über dem Horizonte zu stehen scheinen. Die Verschiebung ist aber nicht für alle Gestirne gleich gross und auch etwas veränderlich, weil sie merklich von dem Zustande der Atmosphäre in den unteren Schichten, von der Temperatur und dem Barometerstande abhängt; sie muss deshalb bei den astronomischen Beobachtungen rechnerisch berücksichtigt werden. Aus planmässig eigens zu diesem Zwecke angestellten Beobachtungen kennt man den Betrag dieser Verschiebungen für bestimmte besondere Fälle, auch ergiebt er sich bei manchen anderen gewissermassen nebenher. Sodann sind von verschiedenen Gelehrten sogen. Refraktionstheorien aufgestellt worden, d. h. Rechenvorschriften, welche auf angemessene Voraussetzungen über die Dichte der Atmosphäre in ihren verschiedenen Schichten und deren Zusammenhang mit dem optischen Verhalten gegründet sind und zu Ergebnissen führen, welche den direkt beobachteten Einzelwerten möglichst gut entsprechen. Sie dienen dann umgekehrt dazu, die Grösse der Verschiebung in jedem beliebigen, gerade vorliegenden Falle zu berechnen, meist unter Benutzung zweckmässig eingerichteter Tabellen. Eine solche Refraktionstheorie, welche unserer heutigen, freilich noch ziemlich mangelhaften, Kenntnis von der Beschaffenheit der Atmosphäre recht gut entspricht, rührt von Ivory her und ist von Radau weiter entwickelt worden. Herr Prof. Seeliger hat sie zur Grundlage seiner Untersuchungen gewählt und daraus die obigen Angaben, natürlich in viel grösserer Vollständigkeit abgeleitet.

Wenden wir uns nun nach dieser unvermeidlichen Abschweifung der Figur wieder zu und machen fürs erste den Punkt k zum Gegenstande unserer Untersuchung! Unmittelbar leuchtet jetzt ein, dass es unter den verschiedenen, von S ausgehenden Lichtstrahlen notwendig einen, aber auch nur einen einzigen, geben muss, der infolge seiner Krümmung beim Durchgang durch die Atmosphäre nach k gelangt. Derselbe geht in einem Abstande von rund 37 km über der Erdoberfläche hinweg. Desgleichen kommt auch von dem untersten Punkte des Sonnendurchmessers S' ein und nur ein einziger Strahl nach k, nur geht dieser näher an der Erde vorbei, rechnungsmässig in 6,4 km Höhe. Diese beiden Strahlen sehen Sie in der Figur dargestellt, freilich wieder der Deutlichkeit wegen unter gewaltiger Uebertreibung ihrer Krümmungen und ihrer Abstände von der Erde. Es folgt dann aber sofort, dass überhaupt von jedem beliebigen Punkte des ganzen Sonnendurchmessers SS' je ein Strahl nach k hingelenkt werden muss, z. B. von dem Punkte P. (Vergleichen Sie auch, bitte, die Nebenfigur rechts.) Für jeden solchen Punkt kann die Höhe, in welcher er durch die Atmosphäre hindurchpassiert, durch Rechnung ermittelt werden. Die Figur selbst stellt, wie ich früher bereits erklärt habe, einen ebenen Durchschnitt vor, welcher durch den Mittelpunkt E der Erde und den der Sonnenscheibe C gelegt ist. Ziehen wir darin einmal die Verbindungslinie zwischen k und dem Erdmittelpunkte E, so trifft diese, verlängert, die Ebene der Sonnenscheibe in einem Punkte A in der Verlängerung des Durchmessers SS'. Der Punkt A liegt freilich

in Wirklichkeit viel tiefer unterhalb S' als in der schematischen Figur, denn der Winkel CEA ist ja ebensogross als cEk, beträgt somit 2471 Sekunden, während uns der Radius CS' der Sonnenscheibe ja nur unter einem Sehwinkel von 960 Sekunden erscheint. Wenn wir uns jetzt durch die Linie kA einen anderen Durchschnitt gelegt denken, gegen den ersten unter einem beliebigen, nur nicht sehr grossen Winkel geneigt, so unterscheidet sich dieser in Bezug auf die Erdkugel in Nichts von dem ersten, weil er ja auch durch ihren Mittelpunkt hindurchgeht und alle durch den Mittelpunkt einer Kugel gelegte Schnitte gleich grosse Kreise liefern. Die Sonnenscheibe aber trifft er nicht mehr in ihrem Mittelpunkte C, sondern seitwärts davon und durchschneidet sie also nicht mehr in einem Durchmesser, sondern einer Sehne FF', die in ihrer Verlängerung durch A hindurchgeht. Nehmen wir in dieser Sehne einen Punkt P', der von A ebensoweit entfernt ist als P, oder was dasselbe ist, mit P auf einem und demselben Kreisbogen um A gelegen ist, so ist leicht einzusehen, dass in dem neuen Schnitte von P' aus ein Lichtstrahl in genau derselben Weise nach k gelangen wird, wie der im ersten Schnitte von P ausgehende, indem er auch in gleicher Höhe über dem Erdboden hinweggeht, als jener. Gleiches wird dann aber auch von jedem Punkte des Kreisbogens PP' gelten, soweit dieser nur überhaupt auf der Sonnenscheibe reicht, denn was in dem einen der geneigten Schnitte vorgeht, geschieht natürlich auch in allen anderen, und entsprechend gilt dasselbe auch von den einzelnen Punkten anderer Kreisbögen, denn der Punkt P war ja ein ganz beliebig gewählter. Je weiter wir aber den Schnitt neigen, um so mehr verkürzt sich die ihm zugehörige Sehne; der äusserste wird somit derjenige sein, dessen Sehne in einen Doppelpunkt zusammenschrumpft und welcher daher der Tangente entspricht, welche von A aus an die Sonnenscheibe gelegt werden kann und diese in z berührt.

Unsere Ueberlegung führt uns zu der Erkenntnis, dass von jedem Punkte der ganzen Sonnenscheibe ein und auch nur ein einziger Lichtstrahl nach k hingelenkt wird. Dieses Ergebnis muss auf den ersten Blick allerdings befremdlich wirken, denn es scheint aus ihm mit Notwendigkeit ein Schluss hervorzugehen, welcher offenbar mit der Erfahrung im Widerspruch steht. Jeder Punkt der unverfinsterten Mondoberfläche nämlich erhält doch ebenfalls von jedem Punkte der Sonnenscheibe einen und nur einen einzigen Lichtstrahl, mit dem anscheinend ganz unerheblichen Unterschiede, dass er die Strahlen direkt bekommt, k dagegen gewissermassen auf einem Umwege. Daher liegt die Folgerung nahe, k müsse auch mit der gleichen Helligkeit beleuchtet erscheinen, wie jener, was doch zweifellos absurd ist. Es muss somit hier sicher irgendwo eine Unrichtigkeit vermutet werden. In der obigen Betrachtung kann sie nicht liegen, denn diese ist so klar und einfach begründet, dass sie keinerlei Zweifel aufkommen lässt. Der Fehler kann also nur in der daran geknüpften Schlussfolgerung enthalten sein, und so verhält es sich auch in der That. Der Schluss würde vollkommen richtig sein und sein Ergebnis auch nicht der Erfahrung widersprechen, wenn die Sonnenscheibe keine eigentliche ununterbrochene Fläche wäre, sondern aus einer solchen Anzahl einzelner leuchtender Punkte bestände, dass dieselben, von k aus gesehen, noch bestimmt voneinander unterschieden werden könnten, wenn auch vielleicht nur mit Hilfe eines sehr stark vergrössernden Fernrohres. Eine ununterbrochene Fläche lässt sich aber nicht in wirkliche Punkte zerlegen, sondern nur in Elemente, die immer noch Flächenstücke bleiben, wenn man sie sich auch noch so klein denken mag. Damit aber

ändert sich die Sachlage insofern, als nunmehr ein neues Naturgesetz beachtet werden muss, welches diesem Umstande Rechnung trägt und unter dem Namen des **Lambert**'schen Beleuchtungsgesetzes bekannt ist. Dieses Gesetz selbst lässt sich ohne Einführung und Erläuterung neuer, für uns allzuweit abseits liegender Begriffe nicht in knapper Form aussprechen, es zieht aber eine Folge nach sich, deren Kenntnis für unsere Zwecke ausreicht und welche in sehr einfacher Weise ausgedrückt werden kann, nachdem wir noch eine an sich schon nicht uninteressante Frage beantwortet haben werden. Ueberlegen wir uns nämlich einmal, welche Erscheinung denn ein Beobachter, den wir uns wieder im Punkt k denken wollen, jetzt erblicken würde. Schon der oberste Punkt S des Sonnendurchmessers SS' ist ihm zweifellos völlig verdeckt, denn der von ihm gradlinig nach k hinlaufende Lichtstrahl wird ja abgeschnitten. Dafür aber kommt der in der Figur gezeichnete gekrümmte Strahl von S nach k. Der Beobachter glaubt alsdann in derjenigen Richtung, in welcher dieser Strahl in sein Auge eintritt, einen leuchtenden Punkt zu sehen, ein optisches Bild des Punktes S. Ebenso sieht er den Punkt S' selbst nicht, wohl aber statt seiner ein Bild desselben in derjenigen Richtung, in welcher der von S' ausgegangene Lichtstrahl nach erlittener Krümmung in das Auge eintritt. Indem wir dieselbe Ueberlegung auch auf die übrigen Punkte der Sonnenscheibe ausdehnen und uns dabei der vorhin benutzten Vorstellung der durch die Linie kA gelegten Schnitte erinnern, übersehen wir ohne Schwierigkeit, dass der Beobachter in k ein Bild der ganzen Sonnenscheibe erblicken wird, welches derselben Punkt für Punkt entspricht, freilich aber die verzerrte Gestalt annimmt, welche durch die folgende Figur (Fig. 18) veranschaulicht wird. In dieser habe ich das Verhältnis zwischen den scheinbaren Durchmessern der Erde und Sonne, von k aus gesehen, möglichst richtig gezeichnet, das verzerrte Sonnenbild jedoch wiederum seiner Breite und seinem Abstande von der Umrisslinie der Erdscheibe nach sehr übertreiben müssen.

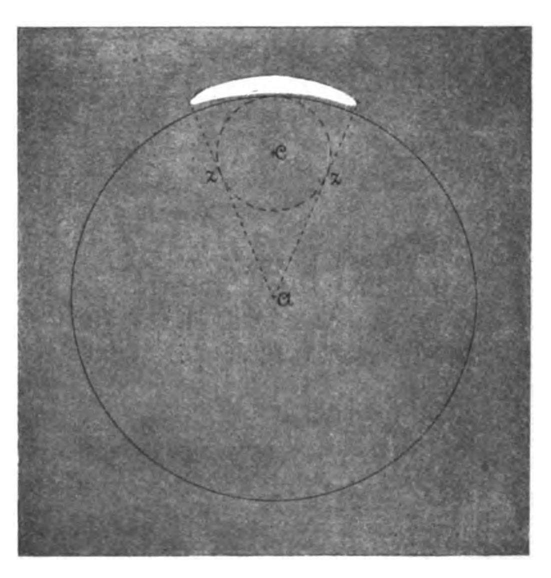


Fig. 18.

Nunmehr lehrt das Lambert'sche Gesetz: „Die Helligkeit, mit welcher der Punkt k oder vielmehr das durch ihn bezeichnete Element der Fläche MM unter den obwaltenden Umständen beleuchtet erscheint, ist nur gerade ebensogross, als ob das Element von einem **Stücke** der Sonnenscheibe direkt bestrahlt würde, welches jenem Bilde an Flächeninhalt, in Winkelmass ausgedrückt, gleichkommt.“ Damit ist uns aber ein Mittel zur Hand gegeben, jene Helligkeit wenigstens mit einiger Annäherung zu schätzen. Die beiden von den Endpunkten des Sonnendurchmessers SS' nach k gelangenden Lichtstrahlen streichen, wie ich früher angegeben habe, in etwa 37 bezw. 6,8 km Höhe über dem Erdboden hinweg. Dem Beobachter in k werden demnach auch die Bilder von S und S' um die, diesen Beträgen entsprechenden Winkel, d. i. etwa 20 bezw. 3,9 Sekunden über der Umrisslinie der Erdscheibe zu liegen scheinen und es ergiebt sich daraus

die Breite des sichelförmigen Sonnenbildes zu etwa 16 Sekunden oder dem 120. Teile des Durchmessers der Sonnenscheibe. Das verzerrte Sonnenbild selbst können wir uns etwa als eine sehr schmale Ellipse denken, welche durch Biegung ihrer grossen Axe dem Umfange der Erdscheibe angeschmiegt worden ist. Wäre dann die Länge dieser grossen Axe ebensogross wie der Sonnendurchmesser, so würde nach einfachem mathematischem Gesetze der Flächeninhalt der Ellipse ebenfalls der 120. Teil von dem der Sonnenscheibe sein. Sie ist jedoch, wie das Augenmass lehrt und eine einfache Berechnung bestätigt, fast genau 1,4 mal so gross, daher auch der Inhalt des Bildes nahezu $1{,}4 \cdot {}^1/_{120}$ oder rund ${}^1/_{86}$ von dem der Sonnenscheibe.

Somit gelangen wir zunächst zu dem Ergebnis, dass der an der Grenze des geometrischen Kernschattens gelegene Punkt *k*, welcher bei dem vorhin betrachteten Idealfalle gar kein Licht von der Sonne mehr erhielt, jetzt durch die optische Wirkung der Atmosphäre eine indirekte Beleuchtung erfährt, deren Stärke auf dem angegebenen Wege näherungsweise ermittelt werden kann und sich zu ${}^1/_{86}$ von derjenigen ergiebt, welche jedes Element der von der ganzen Sonnenscheibe direkt bestrahlten Mondoberfläche aufweist.

Dieses Zahlenergebnis bedarf aber noch verschiedener, sehr erheblicher Modifikationen, ehe es als vollkommen einwandfrei betrachtet werden darf. Vor Allem trägt das genannte Gesetz lediglich dem Einflusse der Krümmung der Lichtstrahlen Rechnung, nicht aber Umständen, welche aus besonderen Quellen stammend, verändernd auf die Leuchtkraft der einzelnen Strahlen einwirken. Einen solchen haben wir aber in der mangelhaften Durchsichtigkeit der Luft vor uns. Freilich brauchen wir für jetzt nicht an die früher erwähnten dichten Trübungen, Nebel, Wolken, Rauch u. s. w. zu denken, denn wir haben vorhin erfahren, dass unter allen den Lichtstrahlen, welche dem Punkte *k* zugelenkt werden, keiner ist, welcher der Erdoberfläche näher käme, als bis auf 6,8 km. Bis in solche Höhen reichen dergleichen grobe Hindernisse für den Durchgang des Lichtes längst nicht mehr hinauf. Wir wissen aber, dass die Luft, als ein materieller Körper, selbst im Zustande vollkommenster Reinheit nicht absolut durchsichtig sein kann. Wäre dies der Fall, so würde sich unser ganzes Leben unter sonderbaren äusseren Umständen abspinnen, von denen wir uns kaum eine treffende Vorstellung machen können. Es ist hier nicht der Ort, bei der Ausmalung derselben zu verweilen; nur eines will ich aus besonderem Grunde erwähnen. Der Himmel würde uns bei klarer Luft nicht nur in der Nacht tief schwarz und gestirnt erscheinen, sondern auch bei Tage; seine liebliche blaue Farbe rührt nur davon her, dass die Luft infolge ihrer unvollkommenen Durchlässigkeit einen Teil des sie durchdringenden Sonnenlichtes zurückhält und nach allen Richtungen hin zerstreut. Auf gleicher Ursache beruht auch die Erscheinung des Dämmerlichtes, welches uns noch während eines erheblichen Teiles der Zeit umfängt, in welcher sich die Sonne unterhalb des Horizontes befindet.

Dass diese Eigenschaft der Atmosphäre ihre optische Wirkung zum Teil wieder aufheben, d. h. die Beleuchtungsstärke in der Gegend des Punktes *k* herabmindern muss, liegt auf der Hand; um aber die Abschwächung ihrer Grösse nach angeben zu können, bedarf es selbstverständlich einer näheren Kenntnis ihrer Ursache. Von vornherein ist anzunehmen, dass die Durchsichtigkeit mit der Dichte der Luft abnehmen wird, d. h. dass die obersten, dünnsten Schichten der Atmosphäre weniger Licht zurückhalten werden, als die unteren. Durch die

Erfahrungen bei Bergbesteigungen und Ballonfahrten wird diese Annahme ja auch durchaus bestätigt. Sie muss jedoch erst einen gesetzmässigen Ausdruck erhalten, bevor sie in die Berechnung eingeführt werden kann. Nun ist aber die gleiche Frage auch wieder für astronomische Beobachtungen von Bedeutung und daher schon seit langem Gegenstand theoretischer, auf Beobachtungsergebnisse gegründeter Erörterungen gewesen. Der Weg, den man dabei beschritten hat, ist demjenigen ganz ähnlich, den wir früher bei der Betrachtung der Refraktion kennen gelernt haben. Man hat die Unterschiede ermittelt, welche sich in der Helligkeit eines Sternes zeigen, wenn derselbe im Laufe seiner täglichen Bewegung sich in verschiedenen Höhen über dem Horizont befindet, also die uns von ihm zugesandten Lichtstrahlen in der Atmosphäre verschieden lange Wege zurückzulegen haben. Die auf solche Weise an einer grossen Anzahl einzelner Sterne gewonnenen Ergebnisse bilden die Grundlage der von Laplace aufgestellten Extinktionstheorie, einer Rechenvorschrift, durch welche für einen jeden in beliebiger Richtung zu uns gelangenden Lichtstrahl berechnet werden kann, der wievielte Teil seiner ursprünglichen Leuchtkraft noch vorhanden ist, wenn er bei uns eintrifft. Dieser Theorie zufolge hat ein Strahl, welcher unter Berücksichtigung seiner Krümmung die Erdoberfläche streifen würde und dabei durch vollkommen klare Luft gegangen ist, doch nicht weniger als 998 Tausendtel seiner ursprünglichen Stärke eingebüsst und nur etwa 2 Tausendtel davon sind noch wirksam. Geht dieser Strahl aber weiter, so verliert er beim Austreten durch die Atmosphäre abermals 998 Tausendtel von seiner jetzigen Kraft, es bleiben also, wenn er am Monde anlangt, zur Beleuchtung nur etwa 4 Milliontel der ursprünglichen Leuchtkraft übrig. So gewaltig äussert sich die auslöschende Wirkung der Atmosphäre natürlich wieder nur bei Strahlen, welche in ihre untersten Schichten hineingeraten. Ein solcher, welcher in 10 km Höhe über dem Erdboden hinwegstreicht, ist noch mit etwa $^1/_{30}$ seiner ursprünglichen Stärke auf der Mondoberfläche wirksam, bei 30 km bereits mit $^9/_{10}$; bei 50 km so gut wie gänzlich ungeschwächt.

Nunmehr ist es nicht mehr schwierig, zu verstehen, in welcher Weise die lichtschwächende Wirkung der Atmosphäre in Rechnung gezogen werden kann. Früher haben wir erkannt, dass alle diejenigen Punkte der Sonnenscheibe, welche einem Kreisbogen um den Punkt A der vorletzten Figur (Fig. 17 a. S. 215), die ich wieder vor Ihnen erscheinen lasse, die Eigenschaft besitzen, dass die von ihnen nach k gelangenden Lichtstrahlen alle in gleicher Höhe über dem Erdboden hinweggehen. Diese Höhe lässt sich aus der Refraktionstheorie berechnen und aus ihr ergiebt sich dann wieder der Grad der Abschwächung der Strahlen. Wenn wir uns dann aber die Punkte des Kreisbogens als Flächenelemente vorstellen, so bilden diese in ihrem Zusammenhange einen um den Mittelpunkt A gekrümmten Streifen der Sonnenscheibe, der zwar sehr schmal ist, aber doch immer noch eine gewisse Breite besitzt. In dem verzerrten sichelförmigen Bilde der Sonnenscheibe entspricht ihm ein ganz bestimmter, natürlich noch schmälerer aber etwas längerer Streifen. Der berechenbare Flächeninhalt des letzteren würde, wenn keine Auslöschung stattfände, nach dem Lambert'schen Gesetz das Element k ebenso stark beleuchten, wie ein direkt wirkendes, gleich grosses Stück der Sonnenscheibe. Die Helligkeit des Elementes k wird aber natürlich in dem gleichen Verhältnis sinken, in welchem jeder einzelne der zugehörigen Lichtstrahlen geschwächt ist. Denkt man sich nunmehr die ganze Sonnenscheibe in eine Anzahl solcher Streifen zerlegt und für jeden die Rechnung besonders

durchgeführt, so wird die Summe der einzelnen Zahlenwerte das gewünschte Ergebnis um so genauer liefern, je feiner man die Zerteilung vorgenommen hat. Die wirkliche Ausführung einer solchen Rechnung würde freilich ein sehr mühsames und zeitraubendes Geschäft, doch aber immerhin möglich sein, besonders wenn man sich mit einer mässigen Annäherung begnügen wollte. Die höhere Mathematik aber liefert Hilfsmittel, um nicht allein die Rechenarbeit wesentlich zu erleichtern, sondern auch gleichzeitig die Genauigkeit beliebig zu steigern. Wenn wir nun bedenken, dass der höchste, in 37 km Höhe über dem Erdboden weggehende Lichtstrahl zwar noch mit $^{14}/_{15}$, der tiefste, in 6,8 km Höhe, aber nur mit $^{1}/_{300}$ seiner ursprünglichen Stärke auf dem Monde wirksam ist, so wird es nicht überraschen, dass die vorhin für den Fall vollkommener Durchsichtigkeit der Luft gefundene Helligkeit am Punkte *k* durch den Einfluss der Extinktion auf ihren 5. Teil, also rund $^{1}/_{400}$ von der des Vollmondes, herabgedrückt wird.

Ferner aber gilt das Lambert'sche Gesetz in der Form, wie ich es vorhin ausgesprochen habe, nur für gleichmässig hell leuchtende Flächen. Die Sonnenscheibe ist jedoch, wie ich bereits vorausgeschickt habe, keine solche. Man kennt indessen das Gesetz, nach welchem ihre Helligkeit von der Mitte nach dem Rande zu sinkt und hat darin wieder das erforderliche und hinreichende Mittel, den Einfluss dieses Umstandes in Rechnung ziehen zu können. Man verfolgt dabei ein ganz ähnliches Verfahren, wie wir es vorhin bei der Berücksichtigung der Extinktion kennen gelernt haben. Denken wir uns einmal durch zwei zum Mittelpunkte der Sonnenscheibe konzentrische Kreise eine schmale, ringförmige Zone herausgeschnitten und nur diese Zone allein leuchtend. In ihr wechselt die Helligkeit nicht mehr merklich, daher gilt für sie das Lambert'sche Gesetz. Es entspricht ihr natürlich auch nur ein ringförmiges, verzerrtes Bild. Die Gestalt dieses Bildes lässt sich ermitteln und daraus der Flächeninhalt desselben abschätzen. Sein Verhältnis zu dem der Zone selbst giebt denjenigen Teil der im Punkte *k* herrschenden Beleuchtungstärke, welcher von dieser Zone allein herrührt. Nun lässt sich aber wieder die ganze Sonnenscheibe in eine Anzahl solcher ringförmiger Zonen zerlegen und jede derselben für sich in der angegebenen Weise behandeln. Eine jede wird eine etwas andere Zahl ergeben; es bleibt nur übrig, die einzelnen Wirkungen durch Summation zu vereinigen, um das gesuchte Gesamtresultat zu erhalten. Zur Erleichterung der wirklichen Ausführung einer solchen Rechnung wird man wieder die Methoden der höheren Mathematik in Anwendung bringen und erhält dadurch zugleich auch den Vorteil, sich von dem Mangel zu befreien, welcher in der doch immerhin ziemlich unsicheren Schätzung der Grösse der Bilder liegt. Diese Schätzung wird dabei hier durch strenge Berechnung ersetzt. Das Ergebnis liefert für den Punkt *k* eine abermalige Herabsetzung der Helligkeit auf $^{2}/_{3}$ des zuletzt gefundenen Betrages, also auf rund $^{1}/_{600}$ von der des Vollmondes.

Die letzten, leider etwas trockenen Erörterungen hätte ich Ihnen freilich wohl ersparen können, doch wäre dabei der Hauptzweck meines ganzen Vortrages sehr zu Schaden gekommen. Es lag mir ja doch wesentlich daran, Ihnen eine ungefähre Vorstellung davon zu geben, wie verwickelt unser Problem in Wirklichkeit ist und Ihnen anzudeuten, welcher Ueberlegungen und Hilfsmittel es bedarf, um zu einer einwandfreien und deshalb thatsächlich befriedigenden Lösung desselben zu gelangen. Wäre ich über die tiefer liegenden Schwierigkeiten hinweg geschlüpft, so hätte ich auch nicht hoffen dürfen, in Ihnen die

Ueberzeugung hervorzurufen, dass über das Endergebnis dieser Untersuchungen Meinungsverschiedenheiten unmöglich noch bestehen können.

Jetzt brauche ich Ihre Geduld nur noch für wenige Augenblicke in Anspruch zu nehmen, um Ihnen dann wieder mit Dingen aufzuwarten, die der Anschauung zugänglicher sind und darum das Interesse in lebhafterer Weise beschäftigen. Um die Helligkeit, die gerade in der Gegend des Punktes *k* herrscht, habe ich mich nur deshalb so eingehend bekümmert, weil dieser Punkt sich der Betrachtung gewissermassen von selbst darbot. Nehmen wir aber einen anderen Punkt *b* der Ebene *MM*, z. B. einen, der von der Mitte *c* des Schattengebildes um einen kleinen Betrag weiter entfernt liegt, so gelten für ihn genau dieselben Schlüsse wie für *k*, nur die äusseren Verhältnisse erfahren eine kleine Aenderung. Auch der Punkt *b*, der schon im Gebiete des geometrischen Halbschattens liegt und also beim Idealfalle von einem schmalen Randstückchen der Sonnenscheibe bestrahlt werden würde, empfängt jetzt gar kein direktes Licht, denn die auf ihn geradlinig zulaufenden Strahlen werden ja wiederum samt und sonders abgelenkt. Dafür erhält er aber auch wieder von jedem Punkt der Sonnenscheibe je einen Strahl auf Umweg zugelenkt. Ein dort befindlich gedachtes Auge sieht deshalb wiederum von der eigentlichen Sonnenscheibe nichts, obwohl sie geometrisch den Rand der scheinbaren Erdscheibe schon etwas überragt. Dafür erblickt es ein dem vorigen ziemlich ähnliches verzerrtes Bild der ganzen Sonnenscheibe, welches jedoch einige Abweichungen zeigen wird. Zunächst rückt in der Figur (Fig. 17) der Punkt *A* noch tiefer, die beiden von ihm aus an die Sonnenscheibe gelegten Tangenten schliessen einen kleineren Winkel zwischen sich; das Bild wird darum kürzer als vorher. Die Strahlen aber, welche von der Sonne nach *b* gelangen, gehen notwendig durch höhere Schichten der Atmosphäre, erfahren also weniger starke Ablenkung; das hat zur Folge, dass das verzerrte Sonnenbild breiter wird als vorher. Es wird aber auch heller, weil mit der grösseren Höhe die Extinktion abnimmt. Das Zusammenwirken aller dieser Umstände wird das Flächenelement um den Punkt *b* etwas anders und zwar stärker beleuchtet erscheinen lassen, als das bei *k*; die Berechnung der Beleuchtungstärke wird sich auf dieselbe Weise ausführen lassen, wie vorhin.

Ganz analog wird aber auch das Hineinrücken des Punktes *b* in das Gebiet des geometrischen Kernschattens keine wesentliche Aenderung nach sich ziehen, sondern nur eine Gestaltveränderung des verzerrten Sonnenbildes, welches sich etwas verlängert, dabei aber schmäler und gleichzeitig auch im ganzen lichtschwächer wird.

Es geht daraus hervor, dass in der Wirklichkeit die Grenze des geometrischen Kernschattens die charakteristische Eigenschaft vollständig verliert, die sie im Idealfalle besass, und nur noch die rein geometrische Bedeutung beibehält. Sie hört auf, eine scharfe Trennungslinie zu sein, welche diejenigen Punkte der Ebene *MM*, die von der Sonne gar kein Licht mehr erhalten, einschliesst und von denen scheidet, welche bereits eine, wenn auch noch so schwache Beleuchtung erfahren; sie durchschneidet vielmehr eine Gegend, wo die Beleuchtung ganz allmählicher Aenderung unterliegt und hat deshalb lediglich nur noch einen Wert als Orientierungsmittel.

Herr Professor Seeliger hat nun auf Grund der vorigen Ueberlegungen die Helligkeit für eine Reihe von Punkten in der Nachbarschaft dieser Orientierungslinie berechnet und zwar analog, wie dies früher beim Idealfalle geschehen ist, für die Punkte, welche von der Mitte des ganzen Schattengebildes

in Entfernungen liegen, die vom Erdmittelpunkte aus gesehen, unter Winkeln von 2460, 2470 u. s. f. bis 2560 Sekunden erscheinen würden. Ich teile die Ergebnisse seiner Rechnung nicht erst in Zahlen mit, sondern gleich in Form eines Diagrammes, (Fig. 19) welches Ihnen nach den früher gegebenen Aufschlüssen ja leicht verständlich sein wird und den aus der grösseren Anschaulichkeit entspringenden Vorteil leichterer Vergleichbarkeit der darin enthaltenen Werte bietet. Es ist nur zu bemerken, dass die Helligkeiten in Tausendteln derjenigen dargestellt sind, welche auf der unverfinsterten Mondscheibe herrscht. Hieraus ergiebt sich die Bedeutung der Bezifferung für die horizontal laufenden Hilfslinien.

Das Diagramm enthält gleichzeitig vier verschiedene Helligkeitskurven, welche durch die Art ihrer Zeichnung leicht von einander unterscheidbar sind. Die oberste, kurz gestrichelte, stellt durch die Abstände ihrer einzelnen Punkte von der unteren Grundlinie den Verlauf der Helligkeit dar, wie er durch die blosse optische Wirkung der Atmosphäre entstehen würde, wenn diese absolut durchsichtig wäre und auch die Sonnenscheibe überall gleich hell leuchtete, also für einen Idealfall anderer Art. Bei der folgenden, lang gestrichelten, kommt der Einflus der Extinktion allein zum Ausdruck, bei der noch tieferen, ganz ausge-

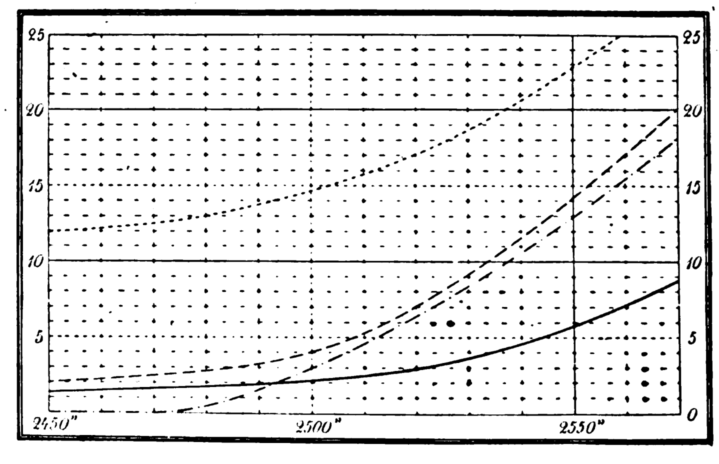


Fig. 19.

zogenen ist auch noch der der Ungleichförmigkeit in der Leuchtkraft der Sonnenscheibe berücksichtigt; diese Linie ist es also, welche der Wirklichkeit entspricht. Endlich gehört die strichpunktierte Kurve dem zuerst behandelten Idealfalle an.

Interessant ist besonders die Vergleichung der beiden letzten Kurven. An der Stelle, welche 2493 Sekunden Abstand vom Mittelpunkte entspricht, durchschneiden sich dieselben. Von dieser Stelle nach innen hin ist die wirkliche Helligkeit grösser, nach aussen zu geringer, als im Idealfalle. Am Schnittpunkte selbst sind beide genau gleich gross. Die beiden Linien würden sich aber einander wieder nähern, wenn das Diagramm noch weiter nach aussen fortgesetzt würde und müssten schliesslich in der Nähe der geometrischen Halbschattengrenze völlig ineinander übergehen. Das Gleiche würde auch mit jeder der beiden anderen Kurven der Fall sein, so dass also alle vier zu einer einzigen zusammenfallen würden.

Hiermit sind wir am Ziele unserer theoretischen Betrachtungen angelangt und können jetzt daran gehen, die Probe durch das Experiment zu machen. Zu dem Ende

habe ich eine Scheibe hergestellt (Fig. 20), bei welcher die Radien ihrer Grösse nach genau ebenso gewählt sind, wie bei der vorhin bei dem Idealfalle konstruierten und nur die in dem Diagramme ausgezogen dargestellte Kurve an Stelle der dort verwendeten strichpunktierten getreten ist. Der Anblick, den sie bei ihrer Rotation (Fig. 21) darbietet, ist graduell von dem der früheren kaum merklich verschieden; die scheinbare Schattengrenze zeigt sich vielleicht noch ein klein wenig verschwommener als dort, tritt aber doch so deutlich hervor, dass der Unterschied ihrer Lage gegen die vorige nicht zu verkennen ist. Sie erscheint jetzt um einen merklichen Betrag weiter vom Mittelpunkte entfernt, als vorhin.

Genauere Ermittelungen des Ortes der scheinbaren Schattengrenze, welche Herr Prof. Seeliger in der früher besprochenen Weise ausgeführt hat, zeigen nunmehr eine so genaue Uebereinstimmung mit dem Resultate der astronomischen Beobachtungen, wie sie von vornherein eigentlich kaum erwartet werden konnte.

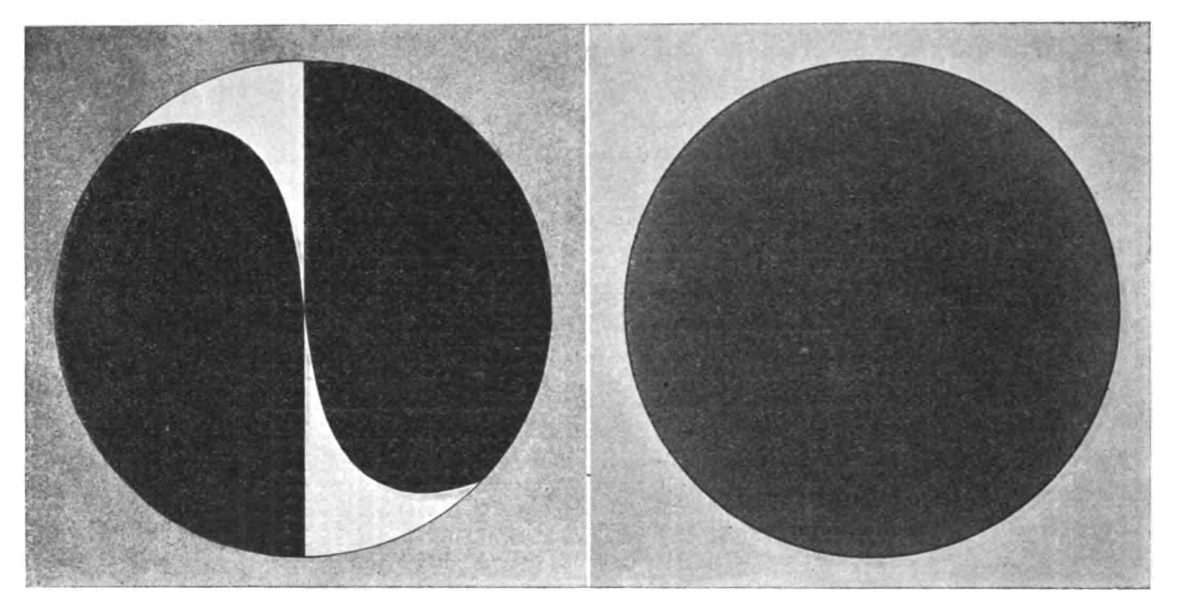


Fig. 20. Fig. 21.

Da nämlich in den Grundlagen der Rechnung (nicht in ihrer Ausführung) unvermeidliche Unsicherheiten enthalten sind, auf die ich nur zum Teil aufmerksam machen konnte, die aber von Seeliger in seiner Arbeit jedesmal besonders hervorgehoben und auf ihre Ursachen zurückgeführt worden sind, so wäre es nicht überraschend gewesen, immerhin noch eine geringe Abweichung zwischen dem Experimente und der Wirklichkeit wahrzunehmen. Auch in diesem Falle wäre an der Richtigkeit der Theorie an sich nicht zu zweifeln gewesen, so aber erhalten wir gleichzeitig die Bestätigung dafür, dass auch jene Unsicherheiten thatsächlich so geringfügig sind, dass sie das Ergebnis der Rechnung nicht merklich zu beeinflussen vermögen.

(Schluss folgt.)



Die atmosphärischen Folgeerscheinungen der Vulkanausbrüche.

Von Direktor F. S. Archenhold.

In einem früheren Aufsatz „Die Dämmerungserscheinungen und das Sichtbarwerden der Sterne“ (Jg. 1, S. 149 d. Z.) haben wir Gelegenheit gehabt, die prachtvollen Dämmerungserscheinungen zu schildern, welche mit dem Auf- und Untergang der Sonne verbunden sind. Es sind fein verteilte kleinste Partikelchen, welche in unserer Atmosphäre diese gewöhnlichen Dämmerungsfarben hervorrufen. In je grösserer Zahl diese kleinen Staubteilchen in der Atmosphäre vorhanden sind, um so prächtiger gestalten sich die Dämmerungsfarben.

Es giebt drei Wege, auf denen Staub in unsere Atmosphäre in ungewöhnlichen Mengen hineinkommen kann. Die erste Möglichkeit ist die, dass aus dem Kosmos Staub in unsere Atmosphäre eindringt, diesen nennt man „kosmischen Staub“. Mit Sicherheit wird solcher Staub erzeugt durch Sternschnuppen und Feuerkugeln, die in unserer Atmosphäre verbrennen. Man hat jedoch bisher nicht gehört, dass dieser Staub so zahlreich war, dass er ungewöhnliche Dämmerungserscheinungen hervorrief.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, dass der Staub, der auf der Oberfläche der Erde lagert, oder erst durch Verbrennung erzeugt ist, aufgewirbelt wird. Ich erinnere an den Blut- und Sandregen vom 9. bis 11. März 1901, welcher durch einen Wirbelsturm in Afrika in die höheren Atmosphärenschichten hinauf geführt wurde und sich über weite Gebiete Europas verteilte. Thatsächlich sind auch damals an manchen Orten merkwürdige Färbungen der Sonne wahrgenommen worden. Ebenso bekannt ist, dass durch die Verbrennungsprodukte von Gras in den Prairien die Sonne eine violette Färbung annimmt.

Die dritte Möglichkeit besteht darin, dass aus dem Innern der Erde ungeheure Staub- und Gasmengen in die Atmosphäre gelangen. Wir wollen im folgenden einige Beispiele ungewöhnlicher atmosphärischer Erscheinungen geben, die infolge solcher Vulkanausbrüche oder Erdbeben*) eingetreten sind.

So traten nach einem Erdbeben in Persien am 26. April 1721 Erscheinungen ein, die die abergläubische Bevölkerung in grosse Bestürzung versetzten. Die Sonne schien in ungewöhnlich dunstiger Atmosphäre so auffallend rot, dass die Astrologen in diesem ängstlichen Anblick die Zerstörung von Ispahan durch Feuer zu erkennen glaubten. Aly Hazeen schreibt in einem persischen Manuskript: „Die Sonne war viele Tage lang verschleiert, und der Horizont hatte während dieser Zeit ein rotes und blutiges Ansehen.“ Aehnliche unheilverkündende Prophezeiungen entmutigten die Bevölkerung von Persien derartig, dass die Empörung der Afghanen unter Führung des berühmten Thamas-Kouli-Kan zur Begründung ihrer Herrschaft in Persien führen konnte. Von besonderem Interesse ist, dass einige Wochen später in fast ganz Mitteleuropa eine Verdunklung der Sonne durch Höhennebel beobachtet wurde. In Berlin „sah der berühmte Astronomus Kirch die Sonne ganz rot und ohne Strahlen durchscheinen, dass man sie etliche Stunden lang frei und ohne Verletzung hat ansehen können, was fast die ganze Stadt in Verwunderung gesetzt.“

Im Jahre 1794 fand am 12. Juni ein besonders heftiger Ausbruch des Vesuvs statt, den Leopold von Buch ausführlich beschrieben hat: „Eine schwarze, feststehende Wolke lagerte sich um den Berg und verbreitete sich nach und nach

*) Vergleiche hierzu: „J. Kiessling „Untersuchungen über Dämmerungserscheinungen.“ 1888. Verlag von Leopold Voss, Hamburg und Leipzig.



wie ein finsterer Flor über den Golf und das Meer. Unaufhörlich fiel in Neapel und in der Gegend ein feiner Aschenregen herab und bedeckte alle Pflanzen und Bäume, alle Häuser und Strassen. In Neapel war es schwarzer feiner Staub, näher dem Vulkan zu ein dunkler Sand mit erkennbaren Teilen. Die Sonne erhob sich strahlenlos und ohne Glanz, und kaum war die Helle des Tages dem schwachen Licht der Morgenröte vergleichbar. Ein unbedeckter, lichter Streif am äussersten westlichen Horizont liess doppelt die Menschen empfinden, wie sie in Finsternis eingehüllt waren. Als der Aschenfall gelinder wurde, zeigte sich bisweilen das matte, rötliche Bild der Sonne.“ Dieser Ausbruch ist insofern von besonderem Interesse, als einen Monat später in ganz Deutschland Höhenrauch beobachtet wurde; morgens und abends war er besonders sichtbar. Die Sonne und nachts der Mond waren gleichsam in einen dünnen Schleier gehüllt, der auch sogar des Mittags den ganzen Tag hindurch den Sonnenglanz so sehr schwächte, dass er nur matt und fast gelblich war.

Im Jahr 1783 sind ungewöhnliche Dämmerungserscheinungen in engem Zusammenhang mit den heftigen Erdbeben in Kalabrien und Sizilien beobachtet worden.

Im Jahr 1831 entstand im Süden von Sizilien im Mittelländischen Meer eine neue Vulkaninsel. Am 8. Juli bemerkte der erste Augenzeuge auf der Fahrt von Malta nach Palermo unter donnerähnlichem Getöse eine schwarzgefärbte Wassermasse bis über dreissig Meter sich erheben.

Am 2. August hisste ein Engländer die britische Flagge auf dieser neuen Insel und gab ihr den Namen „Grahamsinsel“. Professor Gemellaro, der zur Untersuchung abgesandt war, taufte die Insel „Vulkaninsel König Ferdinand des Zweiten“, ohne zu wissen, dass schon zwei Tage vorher die Insel von den Engländern in Besitz genommen war. Der Bestand der vulkanischen Erhebung war von so kurzer Dauer, dass ein politischer Streit um den Besitz des neuentstandenen Landes sich nicht entwickeln konnte. Bereits im Dezember 1831 lotete man an derselben Stelle eine Meerestiefe von 15 m. Hierauf wurden fast im ganzen Mitteleuropa ungewöhnliche, offenbar mit diesen vulkanischen Vorgängen im Zusammenhang stehende Sonnen- und Himmelsfärbungen beobachtet. Die „Preussische Staats-Zeitung“ vom 30. August 1831 widmet den merkwürdigen Dämmerungserscheinungen, die damals in Berlin auftraten, eine ausführliche Beschreibung, in der freilich das Phänomen fälschlich als ein Nordlicht gedeutet wird. Ebenso liegen Berichte aus Leipzig, Gotha, Hirschberg u. s. w. vor; immer wird der zinnoberrote Glanz hervorgehoben.

Ein heftiger Ausbruch des Hekla am 2. September 1845 wird auch in Verbindung mit optischen Erscheinungen gebracht, die auf der Ostsee beobachtet wurden.

Unvergessen sind die prachtvollen Dämmerungserscheinungen, die die Ausbrüche des Krakatoa im Jahre 1883 hervorgerufen haben. Dieses vulkanische Ereignis allergrössten Stils hat fast 50 000 Menschenleben und die Insel Krakatoa am 27. August vernichtet. Schon am 20. Mai des Jahres sah man eine ungeheure weisse Dampfsäule, deren Höhe zu 10 000 m gemessen wurde, auf der Insel Krakatoa emporsteigen. Ein Regen feiner Asche bedeckte die vorbeifahrenden Schiffe. Die Sonne erschien am verdunkelten Himmel blau, ein ungeheures Geknatter wurde von der Insel her vernommen.

Man hörte den Donner bis auf 350 km Entfernung. Des nachts sah man unaufhörlich Blitze in dem dunklen Rauch. Diese Aschenausbrüche hielten vom

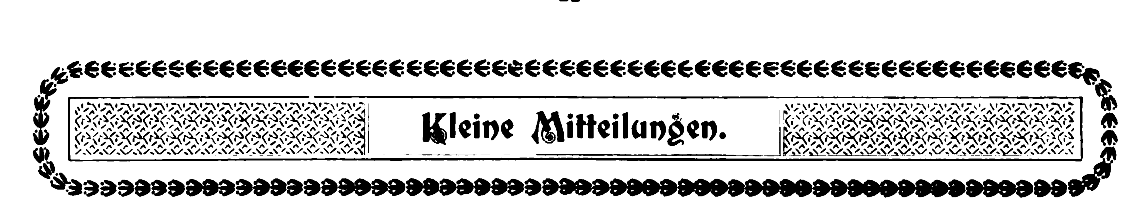
20. Mai bis zum 26. August an. Die Luft erzitterte unausgesetzt und alles Hausgerät wurde in klappernde Bewegung gesetzt. In Batavia verfolgte man die Entwicklung der Ereignisse mit Bangen und Zagen.

M. W. Meyer schildert anschaulich das Ringen der entfesselten Naturkräfte: „Das ist ein unbeschreiblich furchtbarer Kampf der beiden feindseligen Elemente zwischen Feuer und Wasser gewesen, als der Vulkan inmitten seiner entsetzlichen Arbeit, durch diese selbst unterwühlt, in sich zusammen fiel und feuerspeiend unter das Meer versank. Das Wasser stürzte mit gieriger Wut in den glühend flüssigen Schlund hinab; zischend und brodelnd verwandelte es sich augenblicklich in ungeheure Dampfmengen, die in mächtiger Dampfspannung sich mit dröhnendem Krach befreiten, Feuer, flüssige Lava, glühende Steine und ein grosses Stück Meer mit sich zu den Wolken empor schleudernd. Feuerströme stiegen vom Himmel auf und ab und nur sie erleuchteten die schwarze Nacht, die statt sonnigen tropischen Tages erstickend schwer über Land und Meer lagerte. Am folgenden Morgen ging in Batavia die Sonne verhüllt in rostig blutiger Farbe auf. Schwarze Rauchwolken stürmten in immer dichteren Scharen vom westlichen Horizont herauf. Ein schwerer Regen von Asche, Schwefel und Staub fiel über die Stadt herab, und um mittag war sie in undurchdringliche Dunkelheit gehüllt. Jede Beschäftigung stockte. Eingeborene und Europäer wurden von Furcht und Entsetzen ergriffen. Um diese Zeit strömte eine 17 Fuss hohe Welle vom Meer ins Land hinein und hiess die Flüsse zurück zu ihren Quellen fliessen. Zwei Stunden später kam eine zweite und höhere Welle. 36 Stunden lang blieb Batavia in Dunkelheit gehüllt. Das ist ein Bericht von der unmittelbaren Wirkung der Katastrophe aus 20 geographischen Meilen Entfernung . . .“ In der Nähe der Ausbruchsstelle fielen heisse Bimsteinbrocken und nach Schwefel riechende Asche so stark nieder, dass sie auf der Haut Brandwunden erzeugten. Verbeek schätzt die emporgeschleuderten Massen auf 18 Kubikkilometer. Die Lufterschütterungen, die durch die Eruption hervorgerufen wurden, pflanzten sich dreimal um die Erde bis zu den Antipoden und wieder zurück fort. Sonne und Mond zeigten aussergewöhnliche Ringerscheinungen, und jahrelang später waren der Abend- und Morgenhimmel auch hier in Berlin ausserordentlich gefärbt. Als sich der dichtere Staub gesetzt hatte, vom Jahre 1887 an, sah man auch in einer Höhe von 82 km die leuchtenden Nachtwolken auftreten. Diese Gebilde wurden hauptsächlich von dem verstorbenen O. Jesse*) studiert. Auch Schreiber dieser Zeilen war es vergönnt, zahlreiche Photographieen dieser Erscheinungen herzustellen. Die letzten schwachen Anzeichen von ihrem Vorhandensein konnte ich noch im Jahre 1899 feststellen.

Schon in kurzer Zeit wird es sich zeigen, ob die jüngsten Ausbrüche auf den Kleinen Antillen atmosphärische Dämmerungserscheinungen im Gefolge haben werden, wie die früher erwähnten Vulkanausbrüche. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass sich dann auch wieder die merkwürdigen, leuchtenden Nachtwolken, die wie weisse Gespenster am Nachthimmel entlang ziehen, zeigen und uns die letzte Kunde bringen werden von vernichteten Menschenleben und Menschenglück, von verschütteten Städten und zerstörten Pflanzungen im fernen Ozean.

*) Vergl. Weltall Jg. I, S. 157: Otto Jesse mit Bildnis von F. S. Archenhold.





Neue spektroskopische Doppelsterne. Wie S. 114 dieses Jahrgangs bemerkt wurde, darf man die Veränderlichen, die gleich Algol in regelmässigen Zwischenzeiten eine Lichtschwächung, eine Verfinsterung erfahren, als sehr enge Doppelsterne betrachten, deren Umlaufsbewegungen sich an dem Hin- und Herschwanken der Spektrallinien verraten. Die periodischen Linienverschiebungen waren bisher nur an Algol selbst, sowie an λ Tauri beobachtet, die beiden hellsten Variabeln dieses Typus. Jetzt hat W. S. Adams am 40 zöll. Yerkes-Refraktor auch bei δ Librae solche Linienbewegungen konstatiert. Dieser Stern geht alle 56 Stunden von 5. Gr. auf die 6. herab. — Ferner zeigen die Spektralaufnahmen des (nicht veränderlichen) Sterns o Persei, dass dieser sich uns bald nähert, bald sich wieder von uns entfernt; diese entgegengesetzten Bewegungen erfolgen mit sehr grossen Geschwindigkeiten, 120 bis 130 km in der Sekunde, und wechseln sehr rasch, ein Beweis einer kurzen Umlaufszeit in diesem Sternsystem. — Sodann berichtet Adams noch über Bestimmungen der Geschwindigkeit, mit der sich gegenwärtig der helle Sirius längs der Sehrichtung bewegt. Dieselbe betrug im Januar bis März dieses Jahres — 6.8 km (Annäherung gegen unser Sonnensystem). Der Lauf des Sirius in seiner elliptischen Bahn, dem verkleinerten Abbilde der Bahn seines viel matter leuchtenden Begleiters, erfolgt jetzt fast genau senkrecht zur Sehrichtung, so dass jene 7 km ungefähr der Geschwindigkeit entsprechen, mit der sich das ganze Siriussystem uns nähert. In den Jahren 1889 und 1890, als Vogel und Scheiner in Potsdam die Siriusbewegung spektroskopisch bestimmten, war sie um 9 km grösser. Die ganze Periode des Siriusumlaufs beträgt 49 Jahre.

* * *

Photographische Aufnahmen der Südpolgegend, die im Juni 1895 auf der Sternwarte bei Kapstadt erlangt sind, wurden auf der Sternwarte der Columbia-Universität (New-York) von den Damen Misses Harpham, Tarbox, Magill und Lee Davis ausgemessen. Es konnten die Positionen von 287 Sternen über 11. Gr. festgelegt werden, von denen 218 dem Südpol näher als 1° stehen Nur einer dieser Sterne ist dem freien Auge erkennbar, es ist dies der „südliche Polarstern“ σ Octantis von 5,7. Grösse. Vom Pole ist er nur ³/₄° entfernt. Noch etwas näher beim Pol steht der zweithellste Stern B Octantis, der 6.5. Gr. ist. Innerhalb einer Fläche von der Grösse der Mondscheibe mit dem Südpol als Mittelpunkt, stehen 17 Sterne, deren hellster nur 9.6. Grösse ist. Als Gegensatz zu dieser äusserst sternenarmen Gegend sei der als ω Centauri bezeichnete dicht gedrängte Sternhaufen am Südhimmel erwähnt, welcher auf einem dio Mendscheibe nur wenig übertreffenden Raume über 6000 Sterne umfasst.

* * *

Planetoid Vesta. Unter sämtlichen „kleinen“ Planeten ist die von Olbers am 29. März 1807 entdeckte Vesta die hellste. In ihrer grössten Nähe bei der Erde gleicht sie Sternen 6. Grösse und ist bei solchen Gelegenheiten wiederholt mit freiem Auge gesehen worden. Natürlich ist hierzu ein scharfes Auge, gute, reine Luft und genaue Kenntnis der Stellung dieses Planeten erforderlich. Eine solche Möglichkeit, die Vesta mit unbewaffnetem Auge oder wenigstens schon mit einem Opernglas zu sehen, bietet sich im Juni und Juli dieses Jahres, wo der Planet der Erde auf 175 Millionen Kilometer, nahezu seine geringste Entfernung, sich nähert. Er ist dann sehr leicht aufzufinden, da er in ganz geringem (natürlich nur scheinbarem) Abstande am Saturn vorüberzieht, der nun gleichfalls für dieses Jahr seine Erdnähe erreicht. Am geringsten ist der Abstand der Vesta vom Saturn am 24. Juni mit 22 Bogenminuten oder zwei Dritteln des Monddurchmessers. Um so viel befindet sich der kleine Planet südlich von seinem grossen Nachbar. Am 11. Juni steht Vesta zwei volle Monddurchmesser nordöstlich vom Saturn, am 20. steht sie genau östlich (23′ = ³/₄ Monddurchmesser), am 2. Juli hat sie sich auf drei Monddurchmesser gegen Südwesten vom Saturn entfernt. Wer in der Zwischenzeit einmal die Vesta aufgefunden hat, wird sie von da an stets leicht weiter verfolgen können, da ihr täglicher, nach Südwesten gerichteter Lauf nur langsam vor sich geht. In sehr grossen Fernrohren lässt sich bei starker Vergrösserung deutlich die Kreisgestalt des Planetenscheibchens erkennen. A. B.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

BEILAGE ZUR ILLUSTRIERTEN ZEITSCHRIFT FÜR ASTRONOMIE UND VERWANDTE GEBIETE
„DAS WELTALL“, JAHRGANG 2. HEFT 19.

(zu F. Albrecht: Die Sternwarte des Landgrafen von Hessen Wilhelms IV. zu Kassel, Seite 229)



Lichtdruck von Gebr. Deyhle & Wagner, Berlin SW. 48 — Nach einer Federzeichnung von M. Albrecht

DER ZWEHRENTURM IN CASSEL
IM JAHRE 1902

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 19. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1902 Juli 1.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Die Sternwarte des Landgrafen von Hessen Wilhelms IV. zu Kassel.

Von F. Albrecht.

Die Feier der dreihundertjährigen Wiederkehr des Geburtstages Tycho Brahe's am 24. October 1901 hat auch in weiteren Kreisen die Blicke auf den grossen Dänen und die Astronomie seiner Zeit gerichtet. Es wird daher nicht ohne Interesse sein, auch des mit Tycho befreundeten Landgrafen Wilhelms IV. von Hessen-Kassel zu gedenken, eines der wenigen Fürsten, die sich als Astronomen einen Namen in der Geschichte erworben haben.

Wilhelm IV.[1]), geboren im Jahre 1532 als der älteste Sohn des aus der Reformationsgeschichte bekannten Landgrafen Philipp des Grossmütigen von Hessen, hatte sich schon vor seinem Regierungsantritt im Jahre 1567 eifrig mit der Astronomie beschäftigt, vor allem angeregt durch das Werk des Peter Apianus Bienewitz) „Astronomicum Caesareum" (1540)[2]); er hat später seine Mussestunden, die ihm seine Regierungsgeschäfte liessen, auf selbständige Forschungen im Gebiete der Astronomie und der mathematischen Wissenschaften mit solchem Erfolge verwandt, dass sein Beiname: „der Weise" wohl berechtigt erscheint. In zweifacher Hinsicht ist ihm die Wissenschaft zu Dank verpflichtet. Als nämlich einige Zeit nach dem Besuche Tycho Brahe's bei Wilhelm IV. im Jahre 1575 eine dänische Gesandtschaft in Cassel war, liess Wilhelm durch die Mitglieder dieser Gesandtschaft den jungen dänischen Astronomen dem König Friedrich II. von Dänemark auf das angelegentlichste empfehlen, und seiner Fürsprache ist es wesentlich zu danken, dass König Friedrich II. Tycho die reichen Mittel zum Bau

[1]) Das dem Schlussartikel beigegebene Porträt ist entnommen dem Werke: Monumentum sepulcrale ad — — — Dr. Mauritii Hassiae Landgravii — — memoriam Cassellis 1638. Für die liebenswürdige Ueberlassung dieses Bildes zur Wiedergabe sowie für sämtliche Nachrichten betreffend die Firma F. W. Breithaupt und Sohn in Cassel sei an dieser Stelle den Chefs dieser Firma der beste Dank ausgesprochen.

[2]) Das von Wilhelm IV. benutzte Exemplar, das sich jetzt noch auf der Casseler Landesbibliothek befindet, enthält eine grosse Reihe von handschriftlichen Bemerkungen des Landgrafen. Es ist ein durch reich verzierte Initialen prachtvoll ausgestattetes Werk, in welchem die Bewegungen der Planeten durch kolorierte bewegliche Scheiben aus starkem Papier dargestellt sind. Wilhelm liess später eine ähnliche Darstellung des Planetensystems in Kupfer ausführen.



der Sternwarten auf der Insel Hveen gewährte[3]). Tycho hat auch stets die Förderung seiner Pläne durch das Eintreten Wilhelms IV. dankbar anerkannt und ihm eine treue Freundschaft bis zu dessen im Jahre 1592 erfolgten Tode bewahrt, wovon der Briefwechsel zwischen beiden Männern ein beredtes Zeugnis ablegt. Neben dieser mittelbaren Förderung der Astronomie hat sich Wilhelm IV. aber auch ein unmittelbares Verdienst um sie durch seine Beobachtungen von Sternpositionen und die Herstellung eines Fixsternkatalogs erworben.

Können sich seine Beobachtungen an Mannigfaltigkeit und Umfang auch nicht mit denen Tycho Brahe's messen, so stehen sie ihnen doch, wie kein Geringerer als Bessel ausgesprochen hat, an Genauigkeit nicht nach. Es ist daher zu erwarten, dass Wilhelm IV. auch eine zu solchen Beobachtungen erforderliche gut eingerichtete Sternwarte besessen hat. Leider sind wir bezüglich seiner Sternwarte nicht in der glücklichen Lage wie bei Tycho Brahe, der seine Observatorien auf der Insel Hveen in einem besonderen Werke beschrieben hat. Von Wilhelm IV. existiert ein derartiges Werk nicht. Auch die bisher noch nicht gedruckten astronomischen Arbeiten des Landgrafen sowie seines Astronomen Rothmann, in denen sich u. a. auch das vollständige Sternverzeichnis befindet, enthalten, soweit ich bei einer oberflächlichen Durchsicht der auf der Landesbibliothek zu Kassel befindlichen Manuskripte[4]) feststellen konnte, zwar eine Beschreibung der Instrumente Wilhelms IV., jedoch keine näheren Angaben über die Anlage der Sternwarte. Wir sind daher in der Kenntnis seiner Sternwarte auf die Berichte anderer angewiesen. Diese Berichte sind nur spärlich und zudem, namentlich über den Ort seiner Sternwarte, häufig einander widersprechend.

* * *

Es soll nun im folgenden versucht werden, festzustellen, was sich nach dem vorhandenen Material über den Ort der Sternwarte und deren Einrichtung ergiebt.

Die Mehrzahl der neueren Autoren ist der Meinung, dass sich Wilhelms IV. Sternwarte auf dem ehemaligen Zwehrenturm[5]) in Kassel befunden habe. So heisst es bei R. Wolf (Geschichte der Astronomie, S. 268) unter Berufung auf Strieder[6]): „Er (Wilhelm IV.) liess sich 1561 auf das zu Kassel befindliche ehemalige Zwehrer Thor einen Turm erbauen und ihn zu einer Sternwarte einrichten. Die oberste Rundung davon liess sich herumdrehen, so dass nach allen Teilen des Himmels beobachtet werden konnte, und er stellte hier seine Instrumente, die in Armillen, Quadranten, Sextanten, Globen und dergl. bestanden, so gut auf, als es der damalige Zustand der Sternkunde verstattete."

Sehen wir uns nun zunächst den Zwehrenturm an. Wenn wir in Kassel vom Friedrichsplatz aus die zwischen dem Museum Fridericianum und der Kriegsschule hindurchführende Strasse, den Steinweg, hinunter schauen, fällt

---

[3]) S. Tychonis Brahe Epistol. astronom. lib. I. (Einleitung). Vergl. auch „Weltall" Jg. 2, Heft 1 u. 2.

[4]) Zu einem näheren Studium dieser Manuskripte, die den Titel führen: „*Observationes stellarum fixarum institutae Cassellis anno 1585 per Quadrantem et Sextantem nec non globum Maiorem Summa diligentia Rectificatas* (sic!) *Cura et expensis Wilhelmi Landgravii Hassiae*", gebrach es mir leider an Zeit. Eine Inhaltsangabe dieser Manuskripte giebt uns Zach in seiner Abhandlung über Landgraf Wilhelm IV. in der Monatlichen Korrespondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde. 12. Band. Gotha 1805. S. 292. 293.

[5]) Es ist im folgenden die von Piderit und auch auf älteren Karten gebrauchte Schreibweise „Zwehren"turm angewendet. Häufig finden sich auch noch die Schreibarten „Zwehrner"- und „Zwehrer"turm; mitunter fehlt auch das „h" in „Zwehren".

[6]) Strieder: Grundlage zu einer hessischen Gelehrten- und Schriftstellergeschichte. (Bd. 17, S. 71 ff.)

uns sofort ein mächtiger Turm auf, der in der Verlängerung des an den Steinweg stossenden Seitenflügels des Museums gelegen, dieses um zwei hohe Stockwerke überragt (s. Abb. 1). Die fast bis oben hin gleichmässige Dicke des Turmes verleiht dem Bauwerk etwas ungemein wuchtiges und imposantes. An der

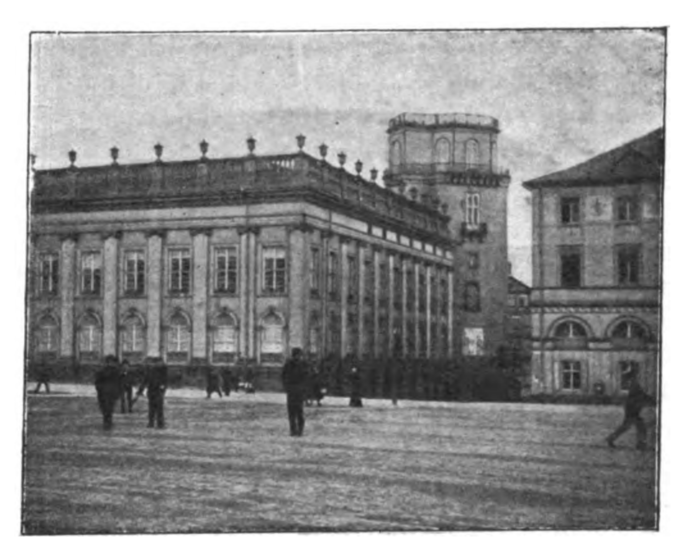


Abb. 1.
Der Zwehrenturm vom Friedrichs-Platz aus gesehen.

uns zugekehrten Seite des Turmes leuchtet uns in der Höhe des ersten Stockwerkes eine im Vergleich zu der sonstigen grauen Färbung des Gebäudes helle Fläche entgegen. Gehen wir näher hinzu, so erkennen wir die Zeichen einer Sonnenuhr (Vertikaluhr). Der Steinweg senkt sich bis zum Turme beträchtlich hinab, so dass die Decke des Thores, welches durch den Turm von dem Steinweg

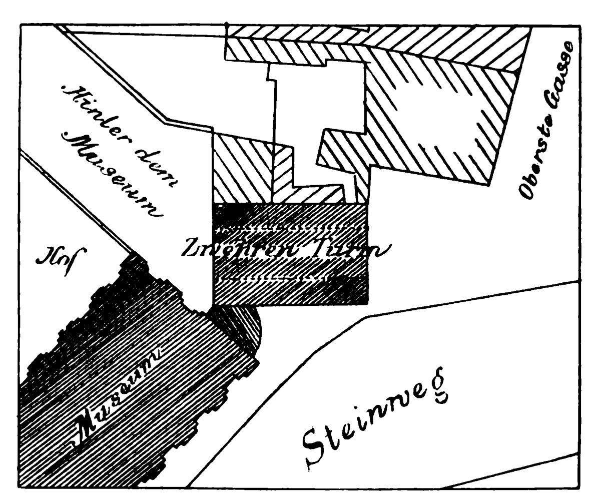


Abb. 2.
Lageskizze des Zwehrenturms.

zu der Strasse hinter dem Museum führt, nur etwa 1 m über der Höhe des Friedrichsplatzes liegt. Der Platz vor dem hinter der genannten Kriegsschule gelegenen Naturalienmuseum gewährt für die Betrachtung des Turmes den besten Standpunkt. Der Zwehrenturm hat eine rechteckige Grundfläche (s. Abbildung 2), deren Längs-

seite von Ost nach West gerichtet ist. An der südwestlichen Ecke steht er mit dem Museum Fridericianum in Verbindung. Die südöstliche Ecke liegt frei und springt weit in die Strasse hervor, während sich an die Nordseite ältere kleine Gebäude anlehnen. Ueber dem gothisch geformten Thor läuft in Höhe des ersten Stockes eine Gallerie rings um den Turm, soweit nicht die Nebengebäude an diesen herantreten. Bis zur Höhe des zweiten Stockwerks reicht das Museum, und die mit Steinvasen geschmückte Gallerie des Museumsdaches ragt noch fast bis zur Hälfte des sehr hohen dritten Stockwerks empor. Dieses Stockwerk schliesst mit einer von einer balkonartig vorspringenden Gallerie umgebenen Plattform ab. Hierauf erhebt sich das oberste Stockwerk, das aber eine etwas kleinere Grundfläche als die übrigen Stockwerke besitzt. Das Dach dieses Stockwerkes ist ebenfalls von einer Gallerie umgeben. Gehen wir nun durch den 13,5 m langen Thorweg hindurch, die kleine Strasse hinter dem Museum hinauf und treten auf den etwas über der Strasse gelegenen Hof des Museums, so bietet sich uns von hier ein interessanter Blick auf die Westseite des Zwehrenturms; unsere Lichtdruck-Beilage giebt uns die Ansicht des Turmes von dieser Seite.

Begeben wir uns nun in das Innere des Turmes. Vom Hofe des Museums aus gelangen wir zunächst zu den im zweiten Stock des östlichen Museumsflügels gelegenen Zimmern, der Sammlung von mathematischen und physikalischen Instrumenten. Diese Zimmer stehen mit dem Turm in unmittelbarer Verbindung; wir treten zunächst in den Raum, der das dritte Stockwerk des Turmes einnimmt. In diesem befindet sich eine Reihe astronomischer Instrumente[7]), die, wie auf den ersten Blick erkennbar ist, zumeist aus dem 18. Jahrhundert herrühren. (s. Abb. 3). Wir bemerken dort einen grossen Mauerquadranten, dessen Radius fast 2 m beträgt. Dieses sehr exakt ausgeführte, noch im dienstfähigen Stande sich befindende Instrument wurde im Jahre 1785 von dem Hofmechanikus J. C. Breithaupt, dem Begründer des mathematisch-mechanischen Instituts von F. W. Breithaupt und Sohn vollendet. Auf unserer Abbildung 3 (rechts) sehen wir nur die Stufen, die zu dem Instrument hinaufführen. Dieser Quadrant befindet sich an dem nach Süden gelegenen Fenster; an dem gegenüberliegenden Fenster sind noch die Träger eines anderen Mauerquadranten zu sehen. Deutlich erkennbar ist, dass ursprünglich ein Spalt in der Richtung des Meridians die Decke gerade über den beiden Fenstern durchschnitt. Auch von aussen lässt sich dieser Spalt noch an der Durchbrechung des über die Fenster hinausragenden Gesimses erkennen (siehe den Lichtdruck). Von den anderen Instrumenten sei ferner ein Azimutalquadrant erwähnt (auf Abb. 3 links); der Radius des Höhenquadranten und des Azimutalvollkreises beträgt 40 cm. Der Ueberlieferung nach soll dieser Quadrant in den Jahren 1580 bis 1590 von Tycho Brahe angefertigt und später in den Besitz des Landgrafen Wilhelm IV. übergegangen sein. Bestimmte Nachrichten über den Ursprung dieses Quadranten, der in der Genauigkeit seiner Konstruktion bei weitem nicht an den von Tycho Brahe in seiner *Astron. instaur. Mechan.* beschriebenen Azimutalquadranten heranreicht, fehlen jedoch gänzlich, und Koester und Gerland sind der Meinung, dass dieser Quadrant wahrscheinlich

---

[7]) Eine ausführliche Beschreibung der zahlreichen Instrumente der Kasseler Sammlung kann hier nicht gegeben werden, ich verweise hierfür auf A. Koester und Dr. E. Gerland: Beschreibung der Sammlung astronomischer, geodätischer und physikalischer Apparate im Königl. Museum zu Kassel. Kassel 1878.

Einige Abbildungen von Instrumenten der Kasseler Sammlung befinden sich in dem Museum der Treptow-Sternwarte.



nach einem tychonischen Vorbilde von einem minder geschickten Mechaniker hergestellt worden ist. Neben diesem Instrument steht eine Gipsbüste des Landgrafen Wilhelms IV. Das rechts von dieser Büste stehende Instrument ist eine parallaktische Maschine, die ebenfalls von J. C. Breithaupt herrührt und

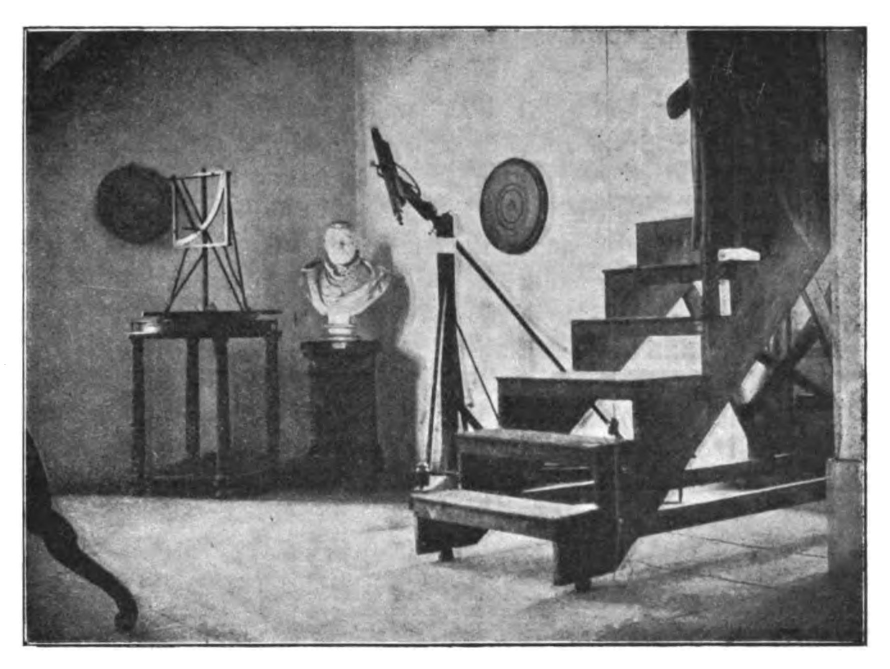


Abb. 3.
Aus dem Inneren des Zwehrenturmes.

etwa aus dem Jahre 1770 stammt[8]). Steigen wir nun zu dem obersten Stockwerk empor. Dieses aus Holz aufgeführte Stockwerk hat eine achteckige Form, wie Abb. 4 zeigt. Die westliche Seite ist dem unteren Stockwerk entsprechend herausgebaut und enthält einen Durchschnitt in der Ebene des Meridians, der ebenfalls von aussen, wie die Abbildung zeigt, zu erkennen ist. In *M* (s. Abb. 4) befindet sich auf zwei Sandsteinpfeilern ein kleines Passageninstrument (vergl. Koester und Gerland a. a. O. S. 14, . 15). Ausser diesem stehen in diesem Raume noch mehrere andere astronomische Instrumente aus dem 18. Jahrhundert, sowie zwei Uhren.

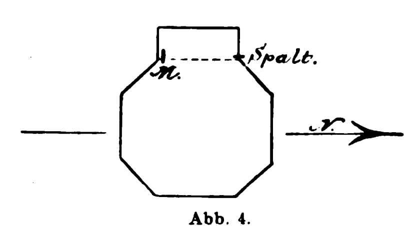


Abb. 4.
Grundriss des obersten Stockwerkes vom Zwehrenturm.

Fragen wir uns nun: Konnte auf diesem Turme in seinem gegenwärtigen Zustande Wilhelm IV. seine Sternwarte gehabt haben? Zunächst entspricht die Anlage des Turmes in seinen beiden oberen Stockwerken, die zu astronomischen Beobachtungen benutzt worden sind, nicht nur der Zeit des 18. Jahrhunderts — so ist z. B. die achteckige Form des obersten Stockwerkes (s. Abb. 4) für die Anlage der damaligen Sternwarten typisch[9]) — es steht auch fest, dass unter der Regierung des Landgrafen Friedrichs II. hier auf dem Zwehrenthor eine Sternwarte errichtet wurde. Dieser, durch seine Förderung von Künsten und

---

[8]) Vergl. Koester und Gerland, S. 12, 13.

[9]) Vergl. z. B. J. F. Weidleri: *Institutiones Astronomiae* 1754, S. 17, 18.

Wissenschaften einer der bedeutendsten hessischen Fürsten, liess bei der Erbauung des Museums in den Jahren 1769 bis 1779 dieses mit dem Zwehrenturm verbinden und die Räume des Turms zu einer Sternwarte herrichten[10]), zu deren instrumentellen Einrichtung er den vorerwähnten Mechaniker J. C. Breithaupt nach Cassel berief. Eine Ansicht von Kassel von 1782[11]) zeigt uns den Zwehrenturm in genau derselben charakteristischen abgestumpften Form, wie wir ihn heute sehen. Die Errichtung dieser Sternwarte würde nun an sich nicht ausschliessen, dass Wilhelm IV. schon früher auf dem Turm beobachtet hätte.

Wir müssen daher in der Geschichte noch etwas weiter zurückgehen und uns den Zustand des Zwehrenturmes zur Zeit Wilhelms IV. vergegenwärtigen.

Der Zwehrenturm gehörte ursprünglich zu den die Stadt Kassel umgebenden Festungsanlagen. Diese stammen aus dem 16. Jahrhundert. Der Vater Wilhelms IV., Landgraf Philipp der Grossmütige von Hessen, hatte zuerst Kassel in ansehnlicher Weise befestigt, doch wurden die Festungswerke 1547 auf Grund der Halleschen Kapitulation geschleift. Erst nach der Rückkehr Philipps aus seiner Gefangenschaft wurden die Befestigungen wieder hergestellt, und dann unter der Regierung Wilhelms IV. bedeutend erweitert und verstärkt. Sie ver-

↓ Zwehrenturm ↓ Schloss



Abb. 5.
Cassel Anno 1640.

blieben dann in diesem Zustande ohne wesentliche Veränderungen bis zum 30jährigen Kriege. Zu diesen Festungswerken gehörte auch die Bastion auf dem Zwehrenberg (so genannt nach dem nächstliegenden Dorfe Zwehren.)[12]) Auf der nach der Stadt zu gelegenen Seite der Bastion erhob sich über dem Thor, das in einem 150 Schritt langen Gewölbe durch die Bastion nach aussen führte, der Zwehrenturm.[13]) Wie Abb. 5, die uns eine Ansicht von Kassel aus dem Jahre 1640[14]) wiedergiebt, deutlich erkennen lässt, war dieser Turm in derselben Art wie die übrigen Festungstürme angelegt, nämlich zwei bis drei Stock hoch und

[10]) Piderit: Geschichte der Haupt- und Residenzstadt Kassel, 2. Aufl. Kassel 1882. S. 292.

[11]) S. bei Piderit a. a. O. zwischen Bl. 286 und 87 die Kopie eines Kupferstichs mit der Unterschrift: Aussicht aus dem fürstlichen Schlosse zu Cassel gegen Abend. J. H. Tischbein sen. del. 1782, G. W. Weise etc.

[12]) Vergl. F. Ch. Schminke: Versuch einer genauen und umständlichen Beschreibung der Hochfürstlich-Hessischen Residenz- und Hauptstadt Kassel 1767, S. 80 ff. Ferner Piderit a. a. O., S. 110.

[13]) Das Thor war wegen seiner ausserordentlichen Länge sehr unbequem und auch nicht ohne Gefahr zu passieren. So erzählt Schminke, dass „auch einstmalen eine Weibsperson mit einem Bund Heu auf dem Kopfe daselbst von einem Ochsen auf die Hörner gefasset, in die Höhe geworfen und also elendiglich ums Leben gebracht worden“ war. Das Thor wurde darauf gesperrt und der Verkehr durch das sogen. „Neue Thor“ geleitet.

[14]) S. Merian, Topographie von Hessen 1646. Piderit a. a. O. zw. S. 158, 59.



darüber ein mit vier kleinen Ecktürmen versehenes Satteldach. Auch eine Ansicht von Cassel aus dem Jahre 1596[15]) sowie eine andere aus dem Jahre 1605[16]) zeigen uns diese Form des Turmes. Er diente unter der Regierung Wilhelms IV. gleich den anderen Thortürmen zu Gefängnissen.[17]) Gegen Ausgang des 17. Jahrhunderts wurde das Thor, das, wie bemerkt, bald nach seiner Anlage gesperrt worden war, dem Verkehr wieder geöffnet. Mit der Erweiterung der Stadt, besonders unter Friedrich II., verschwanden die Befestigungsanlagen und nur der Turm erhielt sich, der dann mit dem Museum Fridericianum verbunden wurde. M. E. ist es nun unwahrscheinlich, dass der Zwehrenturm, so lange er als Turm eines Festungsthores diente, also insbesondere unter der Regierung Wilhelms IV., als Sternwarte benutzt wurde. Dagegen spricht zunächst seine Anlage als Festungs- und Gefängnisturm. Vor allem wäre die Nachricht (s. o.), dass die oberste Rundung sich hätte drehen lassen, mit dem oben beschriebenen Dach des Turmes kaum zu vereinen.

Vor allem aber steht der Annahme, dass Wilhelm IV. seine Sternwarte auf dem Zwehrenturm gehabt hätte, entgegen, dass weder in den zu Cassel aufbewahrten Manuskripten Wilhelms IV.[18]), noch in seinen Anmerkungen zu Apians Caesareum astronomicum hiervon etwas erwähnt wird. Auch die Veröffentlichung eines Teils seiner Beobachtungen durch Snellius[19]) enthält hiervon nichts. Es geben ferner die im Staatsarchiv zu Marburg aufbewahrte astronomische Korrespondenz Wilhelm IV., sowie die Bauregister jener Zeit keinen Anhaltspunkt dafür, dass Wilhelm auf dem Zwehrenturm astronomische Beobachtungen anstellte. Dagegen geht aus einem Schreiben Rothmanns an Wilhelm IV., das sich in dieser Korrespondenz befindet, hervor, dass ersterer auf dem Schlosse zu Cassel beobachtete[20]). Dem entspricht auch eine Nachricht von Wilhelms Sternwarte, die wir bei Tycho in der Vorrede zu der Herausgabe seines Briefwechsels mit Wilhelm IV. und Rothmann[21]) finden. Hier erzählt Tycho, wie er auf seiner Reise nach Deutschland im Jahre 1575 auch den Landgrafen Wilhelm IV. besucht und mit diesem während seines Aufenthalts in Kassel Beobachtungen angestellt habe. Dabei erwähnt er ausdrücklich, dass die Instrumente des Landgrafen auf einem erhöhten Punkte des Schlosses unter freiem Himmel aufgestellt waren.[22]) Von der Aufstellung auf einem Festungsturme erwähnt Tycho nichts. Vielleicht im Anschluss an diese Darstellung berichtet sodann der berühmte Biograph Tychos, Gassendi,[23]) der auch Wilhelm IV. eingehend behandelt,

---

15) S. Pideritzw. S. 110 und 11.

16) S. Dilich, Hessische Chronik 1606.

17) S. Piderit a. a. O., S. 115.

18) Die älteste Biographie Wilhelms IV. „*Hier. Treutlerus: Oratio de vita et morte Wilhelmi Hassiae Landgravii Marpurg 1592*“ spricht nur davon (S. 83), dass er sich für seine Beobachtungen eine Sternwarte erbaut hätte, ohne den Ort anzugeben.

19) *Willebr. Snellius: Observationes Hassiae 1618.*

20) Es sei mir an dieser Stelle gestattet, dem Direktor des Staatsarchivs in Marburg, Herrn Geh. Archivrat Dr. Könnecke, für diese Mitteilungen aus dem Marburger Archiv, die mir durch Vermittlung des Herrn Direktors Archenhold zugänglich geworden sind, meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

21) *Tychonis Brahe Dani Epistolarum Astronomicarum Liber I. Uraniburgi 1596.*

22) „*Noctu vero, quando serenitas opportuna sinebat, Astrorum quorundam locis denotandis invigilavimus, quo eius Instrumenta Astronomica, quae in edito quodam Arcis loco sub dio tunc statuebantur, cum quibusdam nostris e patria advectis (quae tamen minora, et portatilia saltem erant) conferre liceret*“.

23) *Tychonis Brahei Equitis Dan. Astronomorum Coryphaei Vita. Autore Petro Gassendo. 1655.*

dass der Landgraf sein Observatorium hoch oben auf seinem Schlosse gehabt habe, auf dem er mit seinen unter freien Himmel aufgestellten Instrumenten, einem Quadranten, Torqueten und anderen aus Messing hergestellten Apparaten beobachtet hätte.[24]) In ganz ähnlicher Weise hören wir dann von Weidler,[25]) dass sich Wilhelm IV. oben auf seinem Schlosse eine Sternwarte errichtet und sie mit Quadranten, Sextanten, Torqueten sowie mit Uhren ausgerüstet hätte. Auch Weidler erwähnt nichts von einem drehbaren Dach, sagt vielmehr ebenfalls, dass unter freiem Himmel beobachtet wurde.

Diese Angaben, dass sich Wilhelms Sternwarte auf seinem Schlosse befunden habe, finden wir auch in Abr. Saurii Städtebuch, verfasst und fortgesetzt durch Hermann Ad. Anthes 1658 (frühere Aufl. aus den Jahren 1593 und 95), bestätigt. Dort heisst es (S. 266): „In dem ansehnlichen fürstlichen Schloss seynd wohl zu sehen die Instrumenta Mathematica, so Landgraf Wilhelm gebraucht, dazu er einen eignen Mathematicum Christ. Rothmannum und 3 Gesellen gehalten.“ Diese Angabe wird auch von Merian in seiner Topographie von Hessen wiederholt (S. 18). In dem Anhange zu diesem Werke vom Jahre 1654 (S. 13) wird noch ausdrücklich gesagt, dass das Schloss oben an der Ost- und Südecke „schöne lustige Altanen und Observatoria“ hatte. Noch ausführlicher schildert dies Winkelmann in seinem Werke: Gründliche und wahrhafte Beschreibung der Fürstentümer Hessen und Hersfeld. (Bremen 1697 2. Th., 10. Kap., S. 275, 276). Dort heisst es: „Oben an der Ost- und Süd-Ecke hat es (das Schloss) sehr lustige Altanen und Observatoria, wie auch etliche Altanen und Schwibbögen inwendig übereinander recht im Gesichte. Wenn man zum Thore hinein kommt, sind darin des in der Geometrischen und Mathematischen Wissenschaft hocherfahrenen Landgraf Wilhelmens, des Weisen zugenannt, künstliche Instrumenten zu sehen, dass auch der Professor zu Paris Petrus Ramus zu seiner Zeit gesagt: Kassel were das andere Syracusa, woselbst Archimedes wohnte.“[26]) Das Zwehrenthor erwähnt Winkelmann nicht.

Auch spätere Autoren vertreten die Meinung, dass sich Wilhelms Sternwarte auf seinem Schlosse befunden habe, so Bailly[27]), Kästner[28]), Arago[29]). Delambre[30]) spricht allerdings bei Erwähnung der oben berührten Stelle aus der Vorrede zu Tycho Brahes Epistolae, dass der Landgraf seine Instrumente unter freiem Himmel auf einem Turme aufgestellt hätte. Doch kann hier bei den bestimmten Worten Tychos (s. o.) nur eine Ungenauigkeit im Ausdruck vorliegen. Aus den vorstehenden Berichten Tychos, dessen Zeugnis doch am meisten Berücksichtigung verdient, ferner Gassendis und Weidlers, sowie den erwähnten Beschreibungen des Schlosses kann man m. E. unbedenklich als feststehend annehmen, dass Wilhelm IV. seine Sternwarte auf seinem Schlosse errichtet hatte. Es ist jedoch nicht anzunehmen, dass seine Sternwarte ein dreh-

---

[24]) Gassendi a. a. O., S. 32. *Apparaverat scilicet Princeps Observatorium in summa Arce, in quo constitutis sub dio organis Astronomicis Quadrante, Torqueto et aliis ex orichalco elaboratis, observationes peragerentur.*

[25]) Weidleri: *Historia Astronomiae.* Cap. XIV. S. 373. — *observatorium siue speculam astronomicam Cassellis in summo Arcis erexit, et quadrantibus, sextantibus, torqueto, ex orichalco artificiosissime exornauit, ubi sub dio coelestia phaenomena diligenter notabantur.*

[26]) Vergl. auch Piderit a. a. O., S. 114.

[27]) Bailly: *Histoire de l'Astronomie Moderne.* Band 1, S. 372.

[28]) Kästner: Geschichte der Mathematik. Bd. 2, S. 273.

[29]) Arago: Biographieen. Bd. III, S. 159.

[30]) Delambre: *Histoire de l'Astronomie Moderne I,* S. 232.

bares Dach oder eine ähnliche Einrichtung gehabt hat, da ausdrücklich gesagt wird, dass die Beobachtungen unter freiem Himmel angestellt wurden. Wahrscheinlich wurden zu diesem Zwecke die Altanen benutzt, die an der Ost- und Südecke des Schlosses gelegen, noch jetzt auf einer Reihe von Abbildungen des

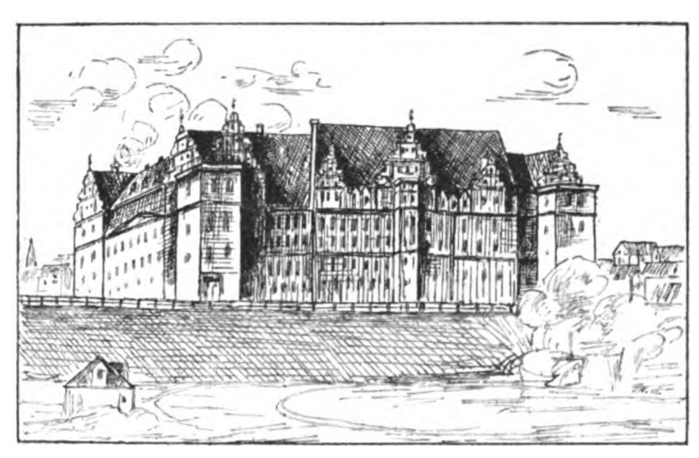


Abb. 6.
Casseler Schloss im 16. Jahrhundert.

Schlosses zu sehen sind, z. B. auf den von Dilich herrührenden Plänen aus den Jahren 1596 (Piderit zw. S. 112 und 113), 1605 (Dilich, Hessische Chronik) und 1793 (Piderit zw. S. 340 und 341). Abbildung 6 ist nach diesen Ansichten entworfen, die Altanen liegen an den beiden Ecken der dem Beschauer zugewendeten Seite des Schlosses. (Schluss folgt.)



Ueber Schattenphänomene bei Finsternissen.

Vortrag,

gehalten auf der Treptow-Sternwarte

am 68. Beobachtungsabend des „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte" am 9. Oktober 1901

von Dr. A. Leman in Charlottenburg.

(Schluss.)

Meine Damen und Herren! Der Gedanke liegt sehr nahe, dass die zweite der bei den Verfinsterungen des Mondes beobachteten Nebenerscheinungen, das sogenannte Lumen secundarium, mit der anderen in unmittelbarem ursächlichen Zusammenhange stehen dürfte, dass also die infolge der Refraktion durch die Atmosphäre nach dem Inneren des Kernschattens abgelenkten Sonnenstrahlen dort eine der Beobachtung entsprechende Beleuchtung herbeizuführen vermöchten. Liesse sich dies durch Rechnung nachweisen, so würde damit ja auch die eingangs angeführte, allzu oberflächlich gehaltene Erklärung dieser Nebenerscheinung ihre sichere Begründung erhalten und dadurch von der ihr noch anhaftenden Unbestimmtheit befreit werden. Gerade der Umstand, dass diese naheliegende, aber doch noch des Beweises bedürftige Annahme zu einem bereits feststehenden oder doch mindestens äusserst wahrscheinlichen Axiom erhoben wurde, ist es eigentlich gewesen, der die Veranlassung zu den verfehlten Erklärungsversuchen beider Erscheinungen geboten hat. Meine Auseinander-

setzungen würden daher unvollständig bleiben, wenn ich nicht auch diesem Punkte noch einige Worte widmen wollte, mit denen ich jedoch Ihre so standhafte Geduld auf keine allzuharte Probe mehr zu setzen gedenke.

Unsere früheren Betrachtungen, welche uns eine klare Vorstellung von dem Verlaufe der Helligkeit in der Nähe der geometrischen Kernschattengrenze geliefert haben, lassen sich ohne Weiteres auch noch auf solche Stellen übertragen, welche sich in grösserem Abstande, sowohl nach innen als nach aussen, von dieser Orientierungslinie befinden. Nur treten dabei einige Nebenumstände hinzu, welche der Beachtung bedürfen.

Rückt zunächst der Punkt *b* (Fig. 14) noch weiter nach aussen, also in das Gebiet des Halbschattens, so gelangt er allmählich in eine solche Lage zur Erde, dass von ihm aus die obersten Teile der Sonnenscheibe direkt sichtbar werden, indem die von da geradlinig auf ihn zulaufenden Lichtstrahlen keine irgend merkliche Ablenkung mehr erfahren. Von tiefer gelegenen Punkten der Sonnenscheibe kommt dann aber immer noch je ein Strahl durch Ablenkung nach *b*. Das verzerrte Bild dieser nicht direkt sichtbaren unteren Partie verschmilzt dann gewissermassen mit dem direkt sichtbaren Teil. Aus dem Hinweise, den ich vorhin über den weiteren Verlauf der ausgezogenen und der strichpunktierten Kurve des Diagrammes gegeben habe, können wir sofort schliessen, dass auch jetzt noch die Helligkeit am Punkte *b* geringer sein wird, als im Idealfalle. Es bedarf dann auch nur noch geringer Ueberlegung, um einzusehen, dass die ganze Sachlage mit dem weiteren Fortrücken des Punktes *b* nach aussen sich nur graduell verändert, dem Wesen nach aber selbst dann noch besteht, wenn *b* an der äussersten Grenze des geom. Halbschattens angelangt ist und erst etwas jenseits der letzteren die freie Sichtbarkeit der ganzen Sonnenscheibe eintritt. Ich erwähne dies besonders deswegen, weil daraus hervorleuchtet, dass sich die optische Wirkung der Amosphäre noch bis über die Grenze des geometrischen Halbschattens hinaus erstreckt und erst dort ganz allmählich verschwindet. Die richtige Nutzanwendung hiervon zu ziehen, glaube ich unter Rückverweisung auf meine einleitenden Worte über den Schatten der Atmosphäre, getrost Ihrem eigenen Scharfsinn überlassen zu dürfen.

Lassen wir dagegen den Punkt *b* auch einmal langsam von *k* aus in das Innere des geometrischen Kernschattens hineinrücken! Im Anfange wird sich in der Erscheinung, wie wir sie beim Punkt *k* kennen gelernt haben, nichts weiter ändern, als dass das sichelförmige Bild der Sonnenscheibe noch länger, gleich-

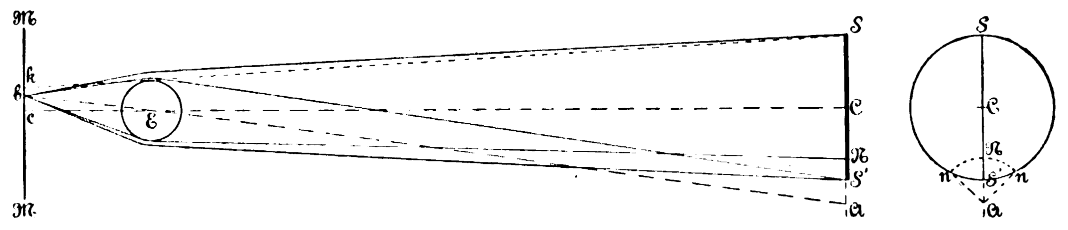


Fig. 18.

zeitig aber schmäler und lichtschwächer wird; ist aber Punkt *b* um etwa $^8/_{10}$ des Radius des Kernschattens in diesen eingedrungen, also $^7/_{10}$ von dessen Mitte *c* entfernt, so gelangt zu ihm von dem untersten Punkte *S'* der Sonnenscheibe auf dem Wege unten um die Erde herum ebenfalls bereits ein Lichtstrahl. In diesem Augenblicke beginnt sich für den Beobachter in *b* ein zweites Bild der

Sonnenscheibe, dem ersten gegenüberliegend, zu entwickeln. Dasselbe beschränkt sich für jetzt freilich nur auf einen einzigen Punkt, nimmt aber bei weiterem Fortschreiten von *b* in gleichem Sinne sehr rasch an Länge zu, an Breite allerdings nur äusserst langsam. Die beiden Figuren, die ich Ihnen jetzt nacheinander vorführe, werden dies leicht anschaulich machen. Sie entsprechen dem Fall, dass *b* bereits noch etwas weiter nach innen gerückt ist. Die erste (Fig. 18) lässt erkennen, welches Stück der Sonnenscheibe an dem zweiten Bilde teilnimmt; es ist dasjenige, welches durch den Kreisbogen *nNn* abgeschnitten wird, dessen Mittelpunkt wieder der Punkt *A* ist, in welchem die Verbindungslinie von *b* mit dem Erdmittelpunkt *E* die Ebene der Sonnenscheibe trifft und dessen Radius *AN* nahezu $^7/_{10}$ des Sonnenhalbmessers beträgt. Die zweite Figur (Fig. 19) stellt analog der früher gezeigten (Fig. 15 a. S. 212) den Anblick dar, den der Beobachter in *b* erhalten würde, wobei nur wieder der Deutlichkeit wegen die Breite beider Sonnenbilder unerhört übertrieben gezeichnet werden musste. Je näher aber

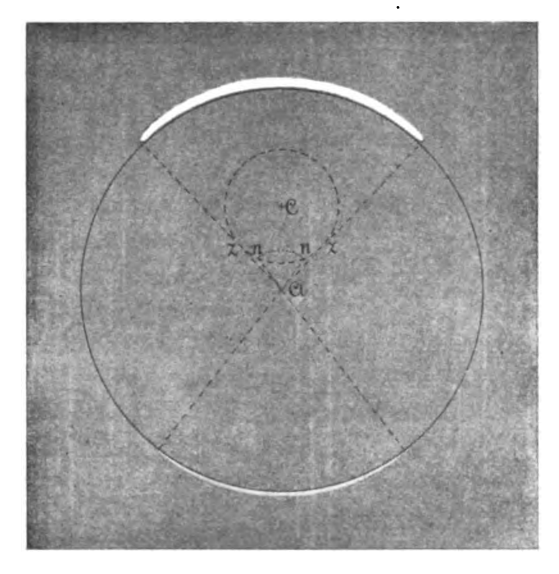


Fig. 19.

b dem Mittelpunkt *c* des Kernschattens rückt, desto näher rückt natürlich auch *A* dem Mittelpunkt *C* der Sonnenscheibe. In dem Momente, wo *A* den Rand der letzteren in *S'* erreicht, umfasst jedes der beiden Bilder den halben Erdumfang; ihre Enden vereinigen sich und beide verschmelzen zu einem um den ganzen Contour der Erdscheibe herumlaufenden geschlossenen, jedoch noch ungleichmässig breiten Lichtreifen. Gleichmässige Breite erlangt derselbe erst in dem Augenblicke, wo *b* in die Mitte *c* des Kernschattens gelangt. Beim Ueberschreiten derselben bildet sich natürlich die ganze Erscheinung in symmetrischer Weise zurück.

Diese Ueberlegung verhilft uns nun wiederum dazu, eine Vorstellung davon zu gewinnen, wie sich der weitere Verlauf der obersten, kurz gestrichelten Kurve des vorigen Helligkeitdiagrammes gestalten müsste, wenn man dieses weiter nach innen bis zur Mitte des Kernschattens fortsetzen wollte. Diese Linie stellte ja die Helligkeit am Orte des Punktes *b* dar unter der Annahme, dass die Atmosphäre nur Refraktions-, aber keine Extinktionswirkung äusserte, d. h. vollkommen durchsichtig wäre. Die Kurve würde offenbar zunächst noch tiefer herabsinken, in der Gegend aber, die etwa $^7/_{10}$ des Kernschattenradius oder

1730 Sek. Abstand vom Centrum entspräche; sich wieder, natürlich in ganz sanfter Krümmung, nach oben zu biegen beginnen und in der Mitte des Schattens, eine flache Kuppe bildend, ihre höchste Erhebung erreichen. Unter Zurückgreifen auf die Refraktionstheorie lässt sich nunmehr berechnen, dass der erwähnte Lichtreifen, wenn *b* in die Mitte *c* des Kernschattens gelangt ist, eine Breite von fast genau 3 Sekunden, also einen Flächeninhalt von etwa $^1/_{45}$ der ganzen Sonnenscheibe besitzt. Es kommen alsdann aber von allen Punkten der letzteren, die ihrem Mittelpunkte *C* näher liegen als $^7/_{10}$ ihres Radius, je zwei Lichtstrahlen nach *c*, der eine von oben, der andere von unten, von den dem Rande näheren aber nur je einer. Die Beleuchtungstärke am Punkte *c* nach dem Lambert'schen Gesetze wird dadurch noch um etwa die Hälfte grösser und würde somit bis auf etwa $^1/_{30}$ von der der unverfinsterten Mondscheibe ansteigen. Zweifellos würde dies vollauf genügen, das Dunkel des Schattens so weit zu mässigen, um uns die Mondscheibe wieder sichtbar und sogar Details derselben erkennbar zu machen.

Nun müssen jedoch die hier in Betracht kommenden Lichtstrahlen die allertiefsten Schichten der Atmosphäre passieren; die äussersten, von den Rändern der Sonne ausgehenden streifen rechnungsmässig in nur etwa 2,6 km Höhe über dem Erdboden hinweg. In diesen Schichten äussert sich ja aber, selbst wenn wir uns die Luft völlig frei von Wolken u. s. w. denken, ihre Extinktionskraft so gewaltig, wie ich vorhin bereits angegeben habe; daher verlieren die Strahlen von ihrem Leuchtvermögen soviel, dass nur noch ganz winzige Bruchteile desselben übrig bleiben, von dem die Erdoberfläche streifenden nur etwa 4, von dem höchsten etwa 80 Milliontel. Demzufolge sinkt denn auch die thatsächliche Beleuchtungstärke von dem Werte $^1/_{30}$ bis auf etwa höchstens $1^1/_2$ Milliontel herab, einen Betrag, welcher mit dem Ergebnis der genaueren Rechnung Seeliger's in naher Uebereinstimmung steht, sicher aber viel zu geringfügig ist, um überhaupt noch eine irgend wahrnehmbare Wirkung äussern zu können. Hieran wird auch nichts durch den Umstand geändert, dass die Grösse der Extinktion für diese tiefsten Schichten der Atmosphäre selbst nur unsicher bekannt ist. Denn nähme man selbst an, dass ihr Wert um das Hundertfache zu gross angesetzt sei, was jedoch mit der ungeheuren Menge von Beobachtungen, welche die Grundlage der ganzen Extinktionstheorie bilden, schlechterdings unvereinbar sein würde, so könnte das immer noch längst nicht hinreichen, die Helligkeit im Schattencentrum auf diejenige Höhe zu bringen, welche das Lumen secundarium im allgemeinen aufzuweisen pflegt. In Bezug auf letztere mangelt es allerdings noch gänzlich an einigermassen verlässlichen Zahlenangaben. Zwar ist versucht worden, auf photographischem Wege zu einer Bestimmung derselben zu gelangen. Man machte zu dem Ende eine Aufnahme der Mondscheibe während einer totalen Finsternis, wozu natürlich eine sehr lange Expositionszeit erforderlich war; darauf stellte man auch Aufnahmen des unverfinsterten Mondes mit viel kürzerer Expositionszeit und unter Abblendung des grössten Teiles der Objektivöffnung her, bis die Schwärzung der Platte derjenigen bei der ersten Aufnahme möglichst gleich kam. Aus den Verhältnissen der Expositionszeiten und der benutzten Objektivöffnungen ergab sich dabei die Wirkung des Lichtes bei unverfinstertem Monde etwa 17 000 mal stärker als bei verfinstertem. Diese Zahl hat jedoch für uns keine eigentliche Bedeutung, denn die Wirkung des Lichtes auf die photographische Platte ist grundverschieden von der auf das Auge ausgeübten, worauf es hier ja doch ganz allein ankommt. Der verfinsterte

Mond sendet beinahe nur rotgelbe Strahlen aus, welche photographisch inaktiv sind, auf das Auge unter allen farbigen Strahlen aber fast den stärksten Eindruck machen. Man wird kaum fehl gehen, wenn man die vom Auge beurteilte Helligkeit auf bedeutend mehr als das Hundertfache der photographischen Wirksamkeit einschätzt. So vage aber auch dieser Ueberschlag ist, jedenfalls führt er doch zu der Ueberzeugung, dass das Lumen secundarium unmöglich seine Entstehung der Wirkung derjenigen Sonnenstrahlen verdanken kann, welche durch Refraktion in der Atmosphäre in das Innere des Kernschattens gelenkt werden.

Wo aber kann denn dieses Lumen secundarium nun seinen wirklichen Ursprung haben? Diese Frage zu beantworten, sehen wir uns genötigt, den Boden der strengen Theorie, auf dem wir uns bis jetzt mit unfehlbarer Sicherheit bewegt haben, zu verlassen und unsere Zuflucht zu einer blossen Hypothese zu nehmen. Damit aber geraten wir auf ein Gebiet, in welchem Kontroversen nicht allein möglich, sondern auch durchaus gerechtfertigt sind. Eine solche Hypothese liegt nahe, ist von vornherein sehr wahrscheinlich darum auch schon alt und z. B. in dem Lehrbuche der kosmischen Physik von Joh. Müller klar ausgesprochen. Sie steht mit unseren bisherigen Betrachtungen in engem Zusammenhange und geht von der Vorfrage aus, wo denn das Sonnenlicht bleibt, welches durch die Extinktionswirkung der Atmosphäre zum Verschwinden gebracht wird. Schlechthin vernichtet kann es nicht werden, denn wir wissen, dass es ja eine der verschiedenen Formen der allgemeinen grossen Naturkraft ist, welche nach dem von dem genialen Robert Mayer zuerst erkannten Satze von der Erhaltung der Energie höchstens in andere Formen übergeführt werden, niemals aber verloren gehen kann. Ein Teil derselben mag sich in Wärme, ein anderer in elektrische, vielleicht auch chemische Energie umsetzen, ein grosser Teil aber bleibt auch in gleicher Form erhalten. Dies sehen wir ja deutlich an den Erscheinungen, auf welche ich mit Vorbedacht bereits an früherer Stelle aufmerksam gemacht habe, insbesondere an der Dämmerung. Das Licht ändert nur seinen Charakter, indem es zu diffusem oder zerstreutem wird. Jeder Punkt der von den direkten Sonnenstrahlen durchsetzten Atmosphäre wird dabei zum Ausgangscentrum einer neuen Lichtwirkung, d. h. die Atmosphäre wird nicht allein durchstrahlt, ähnlich wie Glas, sondern auch durchleuchtet und damit selbst wieder Licht aussendend, etwa wie die Rückseite eines Stückes Seidenpapier, dessen Vorderseite der Bestrahlung durch die Sonne ausgesetzt ist.

Ein Beobachter in der Ebene *MM* unserer früheren Figuren würde daher, gleichgiltig, an welchem Punkte dieser Ebene er sich befinden möchte, ausser den vorhin kennen gelernten Bildern der Sonnenscheibe, auch noch den ganzen Rand der Erdscheibe mit einem Lichtgürtel von nicht ganz unbeträchtlicher Breite und Helligkeit umgeben, wahrscheinlich auch innerhalb desselben den dem Rande nahe liegenden Teil der Erdoberfläche selbst in dämmerigem Lichte schimmern sehen. Dieser Lichtgürtel wird daher über die Ebene *MM*, wenigstens insoweit als sie hier in Betracht kommt, ein gleichmässiges Nebenlicht verbreiten, welches die ganze Schattenerscheinung für uns etwas matter machen wird, ohne jedoch an ihrem Charakter etwas Wesentliches zu ändern, insbesondere die scheinbare Vergrösserung des Kernschattens irgend merklich zu beeinflussen. Dass die Existenz eines solchen Nebenlichtes einerseits genügt, die Erscheinung des Lumen secundarium der Beobachtung desselben getreu entsprechend zu er-

klären, anderseits auch keine Störung der übrigen bekannten Vorgänge bei einer Mondfinsternis zur Folge hat, beabsichtige ich alsbald durch ein einfaches Experiment zu zeigen. Vorher vergegenwärtigen wir uns aber, dass jenes diffuse Licht, welches in der Atmosphäre entsteht, selbst noch immer wieder durch weite Strecken in dieser hindurchgeht und dass es, soweit seine Wirkung auf den Mond in Betracht kommt, gerade über denjenigen Gegenden der Erdkugel lagert, in denen die Sonne im Auf- oder Untergange begriffen ist, wo also infolge des raschen Temperaturwechsels die Luft mit Wasserdünsten und feinen Nebeln reich beladen ist. Hierdurch wird, indem wir nur an den vielfach gewohnten Anblick der Morgen- und Abendröte zu denken brauchen, leicht erklärlich, dass dieses Licht nach dem Austritte aus der Atmosphäre eine stark rote Färbung angenommen haben und eine solche natürlich auch dem über dem Schatten verbreiteten Nebenlichte erteilen wird.

Nun habe ich eine Scheibe hergestellt (Fig. 20), welche bei der Rotation wieder das ganze Schattenbild auf der Ebene *MM* zeigen wird, dabei aber eine Einrichtung

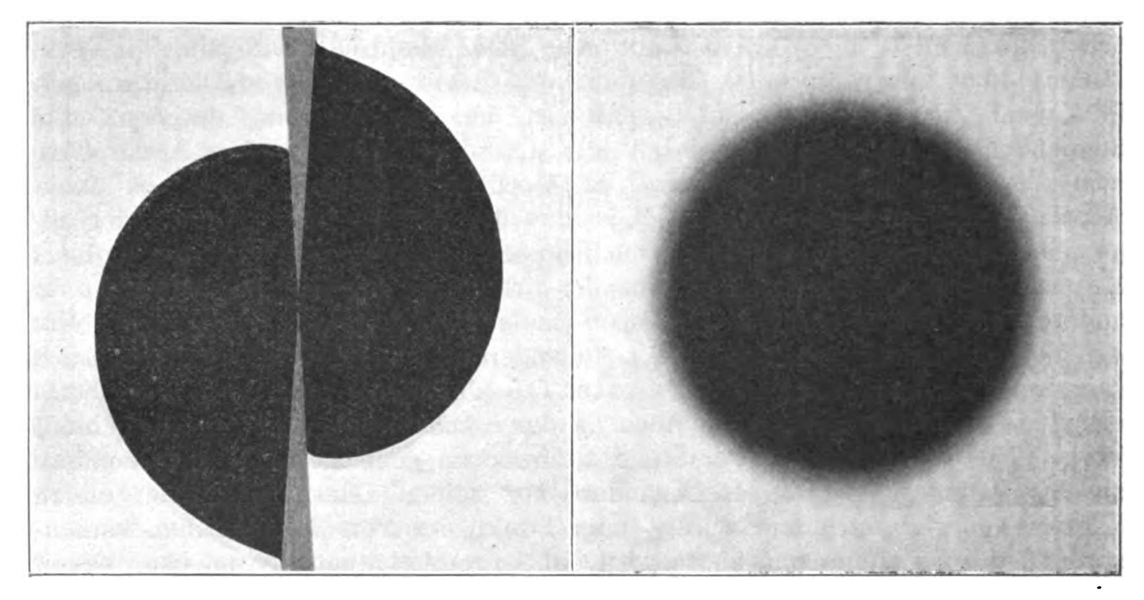


Fig. 20.

getroffen, dass dabei auch jenes rote Nebenlicht mit auftreten muss. Zu diesem Zwecke ist für die Konstruktion der Umrisslinie nicht der volle Betrag eines halben Umganges benutzt, sondern ein spitzer Sector frei gelassen worden, welcher mit einem Stück roter Gelatine überdeckt ist. Wäre alles übrige geschwärzt und nur der Sector allein lichtdurchlässig, so würde er bei der Rotation den ganzen Auffangeschirm schwach rot beleuchten und es ist klar, dass er in Verbindung mit der kontourierten Scheibe genau die beabsichtigte Wirkung ausüben muss. Derselbe Zweck wäre freilich noch einfacher unter Wiederbenutzung der früheren Scheibe zu erreichen gewesen, wenn das Nebenlicht durch eine besondere rot gefärbte Lichtquelle erzeugt würde. Wir hätten dabei aber kein rechtes Urteil über die Menge des letzteren im Verhältnis zu der weissen Beleuchtung des Hintergrundes erhalten; darum habe ich die erste Anordnung vorgezogen. Betrachten wir nun vor Allem einmal den unmittelbaren Einfluss auf das Schattenbild. Dieses unterscheidet sich augenscheinlich in rein gar nichts von dem früher gesehenen. Wir nehmen auch nicht einmal die

leiseste Spur der roten Färbung wahr. Wunderbar genug, doch sehr natürlich. In der äusseren Partie wird die geringe Quantität des tiefroten Lichtes durch die viel grössere des sich dazu mischenden weissen so stark verdünnt, dass sie für das Auge unerkennbar wird. In dem Schattengebiete ist nur das rote Licht allein vorhanden; dieses Gebiet erscheint uns aber im Kontrast gegen den hellen Hintergrund so dunkel, dass wir das schwache Nebenlicht darin überhaupt nicht merken, umsoweniger seine Färbung, die ja überdies mit der des Hintergrundes vollkommen übereinstimmt.

Ich verdecke das Schattenbild innerhalb der Projektionslampe durch einen vorgesetzten Pappdeckel mit einem kreisrunden Loch darin, dessen Durchmesser zu dem des Schattenbildes im Verhältnis 1 zu 2,6 steht. Das Bild dieses Loches erblicken Sie ganz rechts auf dem Projektionsschirm und ich darf wohl auf Ihr Entgegenkommen rechnen, wenn ich Sie bitte, dasselbe für die Scheibe des Vollmondes ansehen zu wollen. Um die Illusion zu verstärken, habe ich diesen Mond auch mit einem Krater begabt, in Gestalt eines schwarzen Klexchens auf der Glasscheibe, welche in die Oeffnung des Pappdeckels eingefügt ist. Wir lassen ihn seinem Verhängnis, verfinstert zu werden, entgegengehen, indem wir ihn dem Schattenbilde nähern. Sie bemerken, wie sich jetzt von ihrem linken Rande her ein leichter grauer Schleier über die Mondscheibe zu verbreiten beginnt: das ist die Wirkung der äusseren Partieen des Halbschattens. Der Schleier wird immer dichter und allmählich so dunkel, dass uns der linke Rand der Mondscheibe völlig verschwindet. Achten wir auf den Krater, so ist er jetzt noch ziemlich gut sichtbar, taucht aber alsbald in die verschwommene scheinbare Grenze des Kernschattens ein und wird darin vollständig unerkennbar. Jetzt nähert sich auch der rechte Rand der Mondscheibe der Schattengrenze; die noch sichtbare Sichel derselben wird kleiner und kleiner, gleichzeitig auch unter der Wirkung des Halbschattens bereits merklich dunkler und nun sehen Sie am linken Rande das Lumen secundarium sich in rötlicher Farbe entwickeln. Dass diese Färbung nunmehr sichtbar wird, während sie vorhin bei dem Totalanblick des Schattenbildes gar nicht wahrnehmbar war, liegt einfach daran, dass das Auge jetzt nicht mehr durch das Uebermass des weissen Lichtes geblendet und dadurch unempfindlich gemacht ist. Sowie nun auch noch der letzte Rest der Mondscheibe in dem Kernschatten verschwunden ist, leuchtet der rote Schimmer noch viel lebhafter auf, verbreitet sich auch über die ganze Mondscheibe. Der schwarze Krater ist noch immer unsichtbar; nach kurzer Zeit hat sich aber das Auge an die jetzt herrschende verhältnismässige Dunkelheit gewöhnt, da tritt denn auch der Krater wieder deutlich erkennbar hervor. Es wird dadurch der Eindruck hervorgerufen, als ob die Mondscheibe beim tieferen Eindringen in den Erdschatten noch weiter an Helligkeit zunähme, während doch der Versuchsanordnung zufolge zweifellos feststeht, dass ihre Beleuchtung noch etwas, wenn auch nur sehr wenig schwächer ist als am scheinbaren Rande des Kernschattens. Auch hier spielen also die besonderen Eigentümlichkeiten des Auges eine wesentliche Rolle.

Noch deutlicher tritt dies am Ende der Verfinsterung hervor: der Krater verschwindet erst wieder, wenn bereits ein Stückchen des Mondes aus dem Schatten heraus gekommen ist und die Empfindlichkeit des Auges unter dem Einfluss der damit hereinbrechenden verhältnismässig grossen Helligkeit sinkt. Bald darauf tritt dann natürlich auch der Krater wieder aus dem scheinbaren Kernschattenrande ins Licht.

Der ganze Verlauf der hier auf künstliche Weise nachgebildeten Mondfinsternis entspricht bis ins kleinste Detail genau den Beobachtungen des Naturereignisses selbst, und die zur Erklärung der zweiten Nebenerscheinung aufgestellte Hypothese gewinnt damit jedenfalls einen sehr hohen Grad von Wahrscheinlichkeit. Gleichwohl würde es ein Irrtum sein, darin einen unwidersprechlichen Beweis für ihre Richtigkeit zu erblicken. Es bleibt immerhin nicht ausgeschlossen, dass die Erscheinung doch wohl noch auf anderen uns unbekannten Ursachen beruhen könnte. Von der physischen Natur der Mondoberfläche wissen wir so gut wie nichts. Wäre es da nicht sehr wohl denkbar, dass sie die Eigenschaft der Luminiscenz besässe, d. h. das Vermögen, nach Bestrahlung durch die Sonne im Dunkeln einige Zeit zu leuchten? Danach hätten wir eine neue Hypothese, welche zwar etwas weit hergeholt erscheint, aber doch ebensogut möglich ist als die erste, auch die Erscheinung selbst mindestens ebenso vollkommen zu erklären vermöchte. Nur der einzige Umstand, dass letztere ihrem Intensitätsgrade nach veränderlich ist, spricht zu Gunsten der ersten Hypothese, weil er damit leicht vereinbar ist, bei der zweiten dagegen höchstens in gezwungener Weise zu begründen wäre. Läge er nicht vor, so gäbe es schlechterdings kein Mittel, zu entscheiden, welche von ihnen die richtige ist, und auch jetzt noch bleibt es zweifelhaft, ob sie nicht vielleicht beide neben einander bestehen und sich in mancher Beziehung gegenseitig unterstützen und ergänzen könnten. Es liegt eben im Wesen einer Hypothese, dass sie zwar der Wahrscheinlichkeit sehr nahe gebracht werden, niemals aber zur Gewissheit gelangen kann. Ihnen dies besonders fasslich zu erläutern, bildete für mich einen Nebenzweck von hervorragendem Interesse.

Ganz anders nämlich verhielt es sich bei der Erklärung der scheinbaren Vergrösserung des Erdschattens. Der Arbeit des Herrn Prof. Seeliger liegt keinerlei unbewiesene Annahme zu Grunde; sie stützt sich ausschliesslich auf bekannte Naturgesetze und zeigt in logischer Schlussfolgerung, dass aus ihnen mit eiserner Notwendigkeit die beobachtete Erscheinung hervorgehen muss. Das dort angefügte Experiment erscheint nur dem oberflächlichen Blick als Krönung des ganzen Gebäudes, ist aber in Wirklichkeit nichts weiter als eine klassische Probe auf fehlerfreie Durchführung der Rechnung und hinreichende Sicherheit und Vollständigkeit ihrer Grundlagen. Das Ergebnis aber stand eigentlich von vornherein bereits unbezweifelbar fest als Endziel einer wohlbegründeten, unumstösslichen Theorie.



Siebentes Verzeichnis von Beiträgen zur Errichtung der Vortragshalle der Treptow-Sternwarte.

108.	Actien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, Berlin	300 M.
109.	Gemeinde Treptow	200 -
110.	Director P. Mankiewitz, Berlin	50 -
111.	G. Hammer, Berlin	20 -
112.	Carl Lier, Schwarzfeld (Harz)	20 -
113.	Geh. Hofrat H. Kelchner, Berlin	15 -
114.	R. Schroeter, Berlin	10 M.
115.	H. Binder, Berlin	10 -
116.	Stud. rer. nat. W. Mecklenburg, Pankow	4 -
		629 M.
	Die Summe der früheren Spenden betrug:	9 631 -
	Insgesammt:	10 260 M.

Allen freundlichen Zeichnern sprechen wir den wärmsten Dank für diese Bethätigung ihres Interesses aus. Weitere Beiträge nimmt die „Deutsche Genossenschaftsbank von Soergel, Parrisius & Co. Berlin W., Charlottenstrasse 35a“ und die „Deutsche Bank, Depositen-Casse A, Berlin W., Mauerstrasse 28-32“, entgegen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete
„DAS WELTALL“ Jahrgang 2, Heft 20.
(zu F. Albrecht: Die Sternwarte des Landgrafen von Hessen Wilhelms IV. zu Kassel, Seite 252.)



Wilhelm IV.,
Landgraf von Hessen-Kassel.
(1567—1592.)

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 20. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. **1902 Juli 15.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Sonne, Mond und Sterne in Märchen und Sagen der Vorzeit.

Von Max Jacobi.

Bevor wir die Einwirkung der Himmelsphänomene auf die dichterische Fantasie der Urvölker näher betrachten, erscheint es wohl angebracht, in kurzen Zügen eine andere Periode der ägyptischen Zeitrechnung darzustellen, welche bei ihrem innigen Zusammenhange mit den Mythen des Pharaonenlandes auch einen brauchbaren Uebergang zu den folgenden Ausführungen bilden kann*).

Die Sage vom wundersamen Vogel Phönix, der aus der Asche in neuer Jugendkraft zum Aetherraum emporsteigt, führt auf jene altägyptische Periode zurück. Wir bemerken, dass unter den griechischen Historikern zuerst Herodot (Buch II, Kap. 73) dieser φοῖνιξ-Periode in symbolischer Form gedenkt, dann kommen die nachklassischen Schriftsteller — auch Plinius — auf diese Zeiteinteilung der Pharaonen in freilich recht fantastischer Weise zu sprechen. Erst Lepsius, dem scharfsinnigen Aegyptologen, gelang es, in seinem Fundamentalwerke über die „Chronologie der alten Aegypter" (Berl., 1849) auf das Dunkel der Phönix-Periode einiges erhellendes Licht zu werfen.

Während Herodot und Tacitus die Wiederkunft und Neugeburt des Phönixvogels aus der Asche je nach 500 Jahren festsetzen, beträgt diese Periode nach Chaeremon 7006 Jahre, und in Hesiod's Fragmenten liest man gar, dass eine Krähe 9 Menschenalter lebe, ein Hirsch 4 Krähenalter, ein Rabe 3 Hirschenalter, der Phönix 9 Rabenalter, und endlich die Nymphe 23 Phönixalter. Es scheint hierin eine Spielerei mit den im Pharaonenlande heiligen Zahlen 3, 4 und 9 zu liegen. Nach Horapollon — einem mystischen Schriftsteller der Ptolemäerzeit — lebt nun die Krähe 400 Jahre, somit die Nymphe 43 200 Jahre. Es ist dies recht bedeutsam, weil auch das älteste babylonische

*) Als recht wichtiges Quellenwerk seien die Fragmente des ägyptischen Priesters Manethô erwähnt, welche Müller 1848 zu Paris veröffentlichte. Manethô lebte zur Zeit der ersten Ptolemäer und schrieb eine „Geschichte Aegyptens".
Vergl. u. a.: Boeckh: „Manethô und die Hundssternperiode", Berl. 1845.



Zeitalter des Berosus*) und die Periode „Kali juga“ der Inder**) = 43 200 Jahre umfasst. — Uebrigens nennt Horapollon nicht mit Unrecht den Phönix „ἡλίου σύμβολον“ — Symbol der Sonne. Denn in dem Phönix, der aus einem rätselhaften Lande des fernen Ostens jede 600 Jahre in das Aegypterland flog, im heiligen Feuer zu Asche verbrannte und in neuer Jugendkraft der Asche entstieg, verkörpert sich das reine Himmelslicht. Der Phönix ist eigentlich nichts weiter als der Horusvogel. Diese Phönixperiode lässt unbedingt darauf schliessen, dass die alten Aegypter von der Präcession der Nachtgleichen Kenntnis erhalten haben — was bei ihren jahrtausendelangen Himmelsbeobachtungen auch ganz natürlich erscheint. Unter diesen Umständen werden uns auch verschiedene dunkle Stellen bei altklassischen Historikern und Philosophen klarer.

Wenn nämlich Pomponius Mela schreibt, dass nach altägyptischen Berichten die Sonne zweimal dort aufgegangen sei, wo sie unterzugehen pflege und Platon im „Politicus“ den Fremden erzählen lässt, dass zur Zeit des Atreus und Thyestes die Sonne ihren Auf- und Untergangsort gewechselt habe, so rührt dies von der Verschiebung der Tierkreisbilder infolge der Präcession her, die in langen Zeiträumen bewirken muss, dass die Sonne in dem einstigen Sternbilde ihres Aufganges untergeht etc. Später erhielt die Phönixperiode, bezgl. der Phönix selbst — dem Zeitgeiste entsprechend — eine ethisch-religiöse Bedeutung, die geflügelten Seelen der platonischen Schule sind eigentlich Erweiterungen des Phönix-Mythus.

Uebrigens bewirkte diese Kenntnis von der Präcession auch in Alt-Babylon recht eigentümliche Verwirrungen in der Orientierung. Es fällt nämlich auf dass auf altbabylonischen Grenzsteinen der ältesten Zeit der Süden rechts gedacht ist und auf Grenzsteinen jüngeren Datums nach unten verlegt wird. Man geht wohl nicht zu fern mit der Behauptung, dass auch hier die entdeckte Präcession eine Rolle spielt. Denn gesetzt, man hat in jener ältesten Zeit irgend ein Sternbild des Zodiacus als unbedingten Wegzeiger für die auch in religiöser Beziehung recht wichtige Südrichtung erklärt, so musste nach einer längeren Periode dieses Sternbild infolge der Präcession um 90° gewandert sein und nunmehr einen ganz anderen Standpunkt haben. Religiöse Gründe hinderten

*) In Berosus verehren wir den bedeutendsten chaldäischen Historiker, der unter der Regierung des bekannten Königs der Syrier, Antiochus Soter (280 bis 270 v. Chr.), lebte. Seine babylonische Geschichte — ein hochwichtiges Quellenwerk — ist leider nur in Fragmenten vorhanden, die W. Müller gesammelt hat. Ueber ihn veröffentlichte auch W. Richter (Lpzg. 1825) einen brauchbaren Traktat.

**) Ueber die altindische Astronomie, sowie auch über diejenige der alten Chinesen beabsichtigen wir, in einem besonderen Artikel zu handeln. Hier sei nur darauf hingewiesen, dass die Chinesen ursprünglich den Kreis in 365¼ Teile zerlegten, entsprechend der Zeit, welche die Sonne in ihrem jährlichen Umlaufe benötigte. (Man vergl. hierzu die Auszüge aus dem Tšeou-pi, fernerhin auch: Moritz Cantor, „Zeit und Zeitmessung“ (in den „Neuen Heidelberger Jahrbüchern“ Bd. II).

Wir erwähnen hier dann noch die Zeitmessung eines indischen Urvolkes, der Tschamen, welche dieselben auch heute noch benutzen: Die Aera von Çaka (im Jahre 78 n. Chr. eingeführt), wird nicht mehr gebraucht. Man ersetzt sie durch einen Cyklus von 12 Jahren. Jedes dieser 12 Jahre führt den Namen eines der markanteren Tiere Indiens, wie Tiger, Schlange, Affe etc. Man berechnet die Zeit nach Mondmonaten zu 30 und 29 Tagen und teilt dieselben wiederum in 2×14 Tage, je nach ab- wie zunehmendem Monde. Fernerhin haben die Tschamen auch schon seit alter Zeit 7 Wochentage, deren Namen sanskritischen Ursprung verraten und durchweg planetarischen Charakters sind. Dieselben lauten: Adit (für ☉), Thom (für ☾), Argar (für ♂) But (für ☿), Jip oder Djip (für ♃), Skuk (Suk) (für ♀), Santšer (für ♄).

In jedem 3. Jahre fügt man zum Ausgleiche einen Schaltmonat ein. — Die 12 Tagstunden beginnen mit dem ersten Hahnenschrei. Ihnen entsprechen 5 Nachtstunden.

Vergl.: *„Revue de l'histoire des Réligions“*, 1890 Bd. 12.

wahrscheinlich, von der alten Vorschrift abzuweichen, und so wurde die Südrichtung um 90° am Himmel verschoben. — — —

Nach dieser einleitenden Bemerkung wollen wir nunmehr zu unserem eigentlichen Thema gelangen, welches uns den Einfluss der Himmelskörper, insbesondere der Sonne, des Mondes und der im Altertume bekannten Planeten auf die Märchen- und Sagenbildung sowie auch auf die Entwicklung des religiös-ethischen Gedankens in der Völkerseele vor Augen führen soll*).

Wir fangen in unserer Darstellung mit jenem Gestirne an, dessen Lichtfülle in seiner tief einschneidenden Wirkung auf die terrestrischen Verhältnisse auch den bedeutendsten Einfluss auf die Mythologie und Kosmologie ausgeübt hat, mit der Sonne**).

---

*) Aus der zahlreichen Litteratur auf diesem Gebiete erwähnen wir nur neben den bereits in einer früheren Abhandlung („Weltall", Jg. 2, S. 108) genannten Werken:

Chantepie de la Saussaye: Lehrbuch der Religionsgeschichte, 2 Bde., Freib. 1897. — Preller: Griech. Mythologie, 4. Aufl Preller: Römische Mythologie. — Grimm: Deutsche Mythologie. — Mannhardt: Germanische Mythen. — Simrock: Deutsche Mythologie. — John F. Blake: *„Astronomical Myths"*, London 1877. — George St. Clair: *„Creation Records discovered in Aegypt*, London 1898. — A. Roussel: *„Cosmologie hindouane"*, Paris 1898. — Leon W. King: *„Babylonian Magic and sorcelery"*, London 1896. — P. Jensen: „Kosmologie der Babylonier", Strassburg 1891. — Edm. Veckenstaedt: „Kosmogonie der Arier", in „Zeitschrift für Volkskunde", 1890. — Franz Lukas: „Die Grundbegriffe in der Kosmogonie und Theogonie der alten Völker".

**) Es verlohnt wohl auch der Mühe, anhangsweise die Ideen der Urvölker über die Weltenschöpfung zu erörtern. Bemerkenswert ist es, dass sowohl der Mythus des Pharaonenlandes, wie derjenige Alt-Babels und Alt-Indiens einen feuchten Urstoff annimmt, dem wir späterhin in der Lehre der ionischen Philosophen begegnen. Bei den Aegyptern hiess dieser feuchte Urstoff in chaotischer Form „Nun", bei den Babyloniern ward er „Apsu-Tiamat" benannt, in den „Veden" — den ältesten mythologischen Texten der Sanskrit-Sprache — „Apas". Aus dieser Feuchtigkeit heraus bildete sich ein Ei, das Weltenei. Auch dieser Mythus findet sich bei den drei genannten — in Sprache und Rasse so verschiedenen — Kulturvölkern der Antike Es liegt dem Mythus eben die Thatsache zu Grunde, dass aus dem anorganischen Ei sich lebende Organismen entwickeln. Aus diesem Weltenei — dem wir bekanntlich in der Lehre der hellenischen Sophiker wieder begegnen, entsteht als erstes höheres Wesen eine Kuh — als Personifikation der Zeugungskraft selbst im altgermanischen Mythus. Dann entsteht die übrige Götterwelt, wobei zuerst die 4 Elemente Wasser, Feuer, Luft und Erde symbolisiert werden. Die Weltenbildung an sich geschieht nicht ohne Kampf. So widerstrebt in der Lehre der Perser Ahriman dem Ormuzd sehr lange bei der Weltenschöpfung. Letzterer Gott muss einen schwachen Augenblick des bösen Dämons benutzen, um die Erde in 365 Tagen und 6 „Zeiträumen" — entsprechend dem Sonnenlaufe — zu gestalten. Ein ähnlicher Kampf findet in der babylonischen Lehre von der Weltenschöpfung statt, und auch die Kosmogonie der Littauer spricht von dem Siege des Weltenbaumeisters Artes über den feindlichen Adler bei der Schöpfung. Bemerkenswert ist der Zusammenhang zwischen Uranus mit Sanskrit: Varuna, dem Göttervater, fernerhin der Mythus von der Entmannung des ersten Gottes Kronos, welcher sich bereits in altägyptischen Texten als Entmannung des Osiris findet — wahrscheinlich eine Symbolisierung des jährlichen Wechsels von Fruchtbarkeit und Entkräftung in der Natur. Bei Homer tritt uns Okeanos als Vater von Göttern und Menschen entgegen — also eigentlich auch jener feuchte Urstoff. Man erinnere sich auch, dass in der Geheimsprache der Pythagoraeer das Meer „Thräne des Kronos" genannt wurde!

Einem wirklichen Chaos ohne irgend welche Eigenschaften begegnen wir im altgermanischen Mythus als Ginnungagap. Von letzterem heisst es in der Völuspa:

Einst war das Alter, da alles nicht war, | Nicht Erde fand sich, noch Ueberhimmel,
Nicht Sand noch See, noch salz'ge Wellen, | Gähnender Abgrund — und Gras nirgend.

Dieselbe Anschauung tritt uns dann in einem der ältesten Denkmäler althochdeutscher Sprache entgegen, dem Wessobrunner Gebet.

Das „Tohuwabohu" der Bibel darf keineswegs als Chaos im eigentlichen Sinne — d. h. ohne jede denkbare Eigenschaft — erklärt werden! Ueber die Weltenschöpfung nach der Bibel vergl. u. A.:

Zöckler: Geschichte der Beziehungen zwischen Theologie und Naturwissenschaft.

Kurtz: „Bibel und Astronomie" (4. Aufl.). Nur mit Vorsicht zu benutzen.



Die Sonnenverehrung der Aegypter, welche oft geradezu eine rührende Erkenntlichkeit für die Wohlthaten dieses Himmelslichtes der Menschheit gegenüber zeigt, gab bald zu einer erschöpfenden Mythenbildung Anlass. Man glaubte, bei den plötzlich eintretenden Finsternissen das göttliche Tagesgestirn gegen die Verfolgungen eines bösen Dämons — der ersten Andeutung der Teufelsgestalt — schützen zu müssen. Anfangs wurde dieser Dämon — nach Maspéro's trefflichen Ausführungen in der *„Revue de l'Histoire des Religions 1889"* — „Nehaho" oder „Apopi", d. h. Sonnenfeind, benannt. Er durcheilt nach der Anschauung der Pharaonenpriester sein Gebiet auf einer Barke von 440 Ellen Länge. Späterhin ward als Sonnenfeind der Kriegsgott Set erklärt, welcher dem Sonnengotte Osiris nachstellt und ihn meuchlings überfällt. Man findet diese Sage vom bösen Dämon, welcher den gütigen Spender des Lichtes hinterrücks ermordet, auch in den Sagen arischer Völker. So erinnern wir nur an die germanische Sage von Baldur und Loki und den furchtbaren Kampf zwischen Ormuzd und Ahriman im Zend-Avesta der Perser!

Der liebliche Schein der Morgenröte, welche der Tagesgöttin gleichsam den Weg zu bahnen versucht, fand in den Mythen aller Kulturvölker eine weibliche Personifikation. Die Sonne selbst ward auf einem Wagen gedacht, der von feurigen Rossen gezogen wurde. So heisst es in einem Hymnus an Mythra — dem persisch-phrygischen Sonnengotte: „Mithra — den wachsamen, der mit falben Rossen, mit scharfer Lanze etc." Fernerhin: „Mithra — den wachsamen, der falbe Renner angeschirrt am Wagen laufen"*).

Die Falbheit der Rosse am Sonnenwagen findet sich nur als Eigenart indogermanischer Mythen. Bekanntlich ist auch der Sleipnir Wotan's, dessen Auge die Welt durchdringt, von falber Farbe!

Allgemein verbreitet findet sich bei den semitischen Kulturvölkern die Anschauung, dass die Sonne täglich durch ein Thor in den Himmel trete, und abends durch ein anderes Thor denselben verlasse. Man nannte in Alt-Babylon das Thor des Sonnenaufganges *„zitshamshi"* (Letzteres Bezeichnung der Sonne), das Thor des Sonnenunterganges *(erib Shamshi)*. Merkwürdig ist es immerhin, dass wir diesen Thoren am Himmelszelt auch in den Mythen der Polynesier begegnen und zwar in so verschiedener Form, dass eine Beeinflussung in prähistorischer Zeit nicht gut angenommen werden kann. So halten nach den geistvollen Ausführungen Th. Achelis „Ueber Mythologie und Kultus in Hawai" die Polynesier insbesondere die Pleiaden für die Thore des Himmels**).

Zu den interessantesten Mythen und Märchen gaben die Sonnenwenden bei allen Völkern der Erde Veranlassung. Als Kind *(Tsse)* dachten die alten Chinesen sich die Sonne zur Zeit der Winterwende, denn allmählich schien die Tagesgöttin ihrer Reife zuzueilen***). Der sinnige Mythus von der klagenden Isis, welche den zerstückelten Leichnam ihres Gemahls Osiris sucht, die hellenische Sage von der jammernden Demeter, die für 6 Monate im Jahre des Anblickes ihrer lichtstrahlenden Tochter Persephone beraubt ist, die babylonische Erzählung von der Höllenfahrt der Ishtâr (Astarte, eigentlich die

*) Man vergl. u. a.: Franz Windischmann „Ueber Mithra" in der „Zeitschrift für Kunde des Morgenlandes", 1859.

**) Wir weisen auch auf das erschöpfende Werk Fr. Bastian's: „Heilige Sagen der Polynesier" hin.

***) Vergl. Franz Kühnert: „Die Entstehung der Welt nach chinesischer Anschauung" im „Ausland" 1893.

Liebesgöttin, als welche sie zum Vorbilde der Aphrodite gedient hat), ja selbst die Joseph-Legende des ersten Buch Mosis werden mit Recht auf den jährlichen Wechsel von Leben und Erstarrung in der Natur zurückgeführt! Ebenso sicher mag auch die Orpheus-Sage einen Sonnenmythus enthalten, welcher die Abwesenheit der Lichtgöttin in verzweiflungsvoller Klage ausdrücken soll. Um so eher ist dies anzunehmen, weil die liebliche Eurydice gleich jener babylonischen Ishtâr in die Unterwelt hinabsteigen muss und man die Sonne in den ältesten Zeiten während eines halben Jahres dort verweilen liess. Was nun die arischen Sagen zur Sonnenwende anbetrifft, so verdanken wir diesem Himmelsphaenomen vor allem unser reizvollstes deutsches Märchen. Das holde Dornröschen, welches auf dem verwunschenen Schlosse sammt den ihrigen in traumloser Betäubung schläft, bis der fremde Prinz Eingang zu der rosenumrankten Zauberburg findet, ist nichts weiter als eine sinnige Symbolisierung der Sonnenwende — eine Symbolisierung, wie sie nur bei einem Volke entstehen konnte, welches tiefes Gefühl für jede Naturschönheit besass. Man findet das Urbild des Märchens vom Dornröschen zwar schon in altindischen Sagen; aber in so schlichter und herzgewinnender Art begegnen wir der Legende nur in der altgermanischen Mythenwelt. Auch die Antike erfreute sich einer schönen Sage, welche die Sonnenwende symbolisierte, nämlich der Adonis-Mythus. Adonis — der Liebling der schaumgeborenen Aphrodite — wird auf der Jagd von einem Eber getötet, den die neidische Artemis gesandt hat. Aphrodite bricht über den jähen Verlust ihres Geliebten in ein verzweiflungsvolles Jammern aus und lässt aus dem Blute des Getöteten Anemonen, Rosen und andere duftige Sommerblumen entstehen. Zeus wird endlich durch ihre herzergreifenden Klagen so gerührt, dass er ihr erlaubt, den Adonis für 6 Monate auf Erden lebend in ewiger Jugendschöne zu besitzen, ihn aber für die übrigen 6 Monate dem Hades überlassen zu müssen. — Es geht dieser liebliche Mythus vielleicht auf die Thammuz-Sage der Babylonier zurück. Im Monat Thammuz ward nämlich zu Babel ein Klagegesang wegen des Verschwindens der Sonnenwärme angestimmt. Aehnlichen Erscheinungen begegnen wir auch im Pharaonenlande. Man erinnere sich nur an den Vergleich Herodot's betreffs des ägytischen Linosliedes und des hellenischen Adonismythus!*)

Bekanntlich war auch Osiris, der Lichtgott Alt-Aegyptens, Totenrichter in der Unterwelt. Er war dies vornehmlich in seiner Eigenschaft als Allwissender. „Dem dreieckigen Auge des Râ (d. h. der Sonne) bleibt nichts verborgen“, heisst es in Pyramidentexten. Auch dem Auge Wotan's bleibt in der altgermanischen Sage nichts verborgen. „Es ist nichts so fein gesponnen, es kommt doch alles ans Licht der Sonnen!“ — Nunmehr können wir auch die Einäugigkeit der Cyclopen verstehen. Wenn wir Polyphem, den Gegner des Odysseus, auch als Sohn des Meergottes Poseidon kennen lernen, so müssen doch in früher Zeit die Cyclopen als ungeschlachtete Abkömmlinge des Kronos, gemeinhin des solaren Weltenschöpfers, erklärt worden sein. Es ist nun bezeichnend, dass der Sonnengott aller Völker — selbst der berühmte Indra der Brahmanen — einäugig ist.

Sehr oft dachte man sich die Sonne auch nur als Rad und verlieh ihr dann Flügel**). Besonders haben wir diese Sonnenfigur in Hieroglyphentexten zu

*) Vergl. H. Brugsch: „Die Adonisklage und das Linoslied 1852“.

**) Denken wir an den oberdeutschen Brauch, zur Johannisfeier ein Rad den Berg hinabzurollen oder eine brennende Scheibe bei Beginn des Lenzes in die Lüfte zu werfen!



verzeichnen. Selbst die Sonnenstrahlen erhielten ihre eigentümliche Symbolisierung. So begegnen wir im Mithra-Kultus der Verehrung des Igels — wie F. L. Schwarz in den „Poëtischen Naturanschauungen der Griechen, Römer“ etc. mit Recht annimmt —, weil man die Stacheln des Igels mit den Sonnenstrahlen verglich.

Selbst das tägliche Emportauchen des Lichtgestirns am Horizont gab den Kern zu sinnigen Mythen, von denen wir nur eine hellenische näher erwähnen wollen. Danach soll der wilde Jäger Orion der Tochter des Oinopion Gewalt angethan haben und von letzterem zur Strafe geblendet worden sein. Jeden Morgen erhält Orion indessen sein Auge wieder. — —

Ein recht interessanter Zusammenhang zwischen dem gewöhnlichen Mistkäfer *Scarabaeus* und dem Sonnenlaufe macht sich schon im Pharaonenmythus bemerkbar. Der *Scarabaeus* — ägyptisch *cheper* genannt — galt nämlich als Symbol der Sonnenwende und zwar der Frühlingswende wohl seiner ausserordentlichen Fruchtbarkeit wegen. Er ward für besonders heilig gehalten und sein Bild als Amulett um den Hals gehängt. Diese Sitte drang später ins Abendland — ohne dass man ihre Bedeutung kannte — und noch heutzutage halten viele älteren Bauersfrauen den *Scarabaeus* für einen ausgezeichneten Talisman gegen böse Geister.

Bemerkenswert ist nun, dass auch die germanischen Mythen einen Käfer mit der Sonnenwende in Zusammenhang bringen und zwar das Johanniswürmchen.

So singt man noch heutzutage in Niederbayern beim Erblicken dieses Käfers:

„Sunnwendkäfer, flieg in'n brunn
Bring' uns morg'n eine schöne sunn!“

Es liegt auch dieser seltsamen Symbolisierung wohl die Thatsache zu Grunde, dass der Käfer nach Beginn der Frühlingszeit, d. h. nach Eintritt der Sonnenwende, sich in ausserordentlicher Fruchtbarkeit vermehrt und gleichsam ein Abbild der Verjüngung der gesamten Natur bietet.

Bemerkenswert ist ferner, dass sich in fast allen Mythen eine jüngere Personifikation der Sonne findet. Wir erinnern nochmals an Horus, den Sohn des Osiris, an Helios im Gegensatze zu Apollon, an Baldur und Wotan! Freilich ist es als erwiesen zu betrachten, dass der Helios des hellenischen Pantheons nach ägyptischem Muster entstanden ist!

Ehe wir nun diesen hoffentlich nicht ganz uninteressanten Streifzug in das Kindheitsalter der Astronomie beschliessen oder auf die anderen in jener Urzeit wichtigen Gestirne näher eingehen, seien uns noch einige Worte über die Culte und religiösen Gemeinschaften verstattet, welche eigentlich in erster Linie einen mystischen Sonnendienst pflegten.

Sehen wir von den Gemeinschaften der Pharaonenpriester ab und betrachten wir nur die hellenischen Culte, so haben wir in erster Linie die eleusinischen Mysterien zu berücksichtigen, die, ursprünglich allein zu Ehren der Demeter gestiftet, späterhin besonders den Persephone-Cultus pflegten, der — wie oben erwähnt — mit dem Himmelsphaenomen der Sonnenwenden in innigstem Zusammenhange steht. Auch die orphischen Mysterien enthielten ihrem Wesen nach nur Sonnenculte und die von ihnen abhängigen dionysischen Mysterien sollten eigentlich das Wiedererscheinen der Frühlingssonne und das Wiedererwachen der Natur im Lenz begrüssen, wie es späterhin auch im Delphischen Collegium der Thyiaden fortgesetzt wurde. Von den gleichartigen Mysterien der Arier erwähnen wir nur den Mithras-Dienst, welcher besonders

in der römischen Kaiserzeit eine nicht geringe Ausbreitung erlangte und uns in nicht unwichtigen Spuren noch in den Werken der Kirchenlehrer, eines Origines, eines Augustinus und eines Isidorus entgegentritt.*) — Doch nunmehr genug von der Sonne! Müssen wir doch befürchten, schon zu lange ihren blendenden Glanz mit schwachem Auge betrachtet zu haben! (Schluss folgt.)



Die Sternwarte des Landgrafen von Hessen Wilhelms IV. zu Kassel.

Von F. Albrecht.

(Schluss.)

Gehen wir nun zu den Autoren über, die von einer Sternwarte Wilhelms IV. auf dem Zwehrenturm sprechen. Unbestimmt drückt sich Joh. G. Stegmann in seiner Schrift: Die Verdienste Wilhelms IV. um die mathematischen Wissenschaften, Kassel 1756 (S. 5), über den Ort der Sternwarte aus: „zu seinem eigenen Vergnügen liess er nicht nur einen hohen Thurm aufrichten, worauf er des Nachts seine Observationen anstellte u. s. w." Dass Stegmann mit dem Turme einen solchen auf dem Schlosse meint, könnte man daraus schliessen, dass er sich an dieser Stelle auf die vorerwähnte Beschreibung des Schlosses von Winkelmann beruft. Diese Annahme wird jedoch zweifelhaft, wenn man berücksichtigt, dass in dem erwähnten Buche von Schminke die Beschreibung der mathematischen und physikalischen Gegenstände im Kunsthause von Stegmann, der Professor in Kassel war, herrühren, und in diesem Buche findet sich, soweit ich sehe, zuerst die bestimmte Nachricht, dass Wilhelm auf dem Zwehrenturm beobachtet habe: „der über diesem Thor (Zwehrenthor) stehende hohe Turm ist ehedem zu einer Sternwarte gebraucht worden, dessen sich vornehmlich Landgraf Wilhelm der vierte zu seinen astronomischen Beobachtungen bedient hat. Die oberste Rundung liess sich vormalen nach der Bewegung des Himmels herumdrehen; itzo hat man dieselbe auf das Kunsthaus verlegt, und darauf eine besondere Uhr gesetzt"[31]). Wie Schminke an einer andern Stelle (S. 191) erwähnt, befand sich das Observatorium auf einer Altane des Kunsthauses. „Auf dieser Altane stehet ein rundes, mit Fenstern vorsehenes Thürmchen, darinnen ein Quadrant und Uhre zu sehen ist. Man hat ehedem zu solchem Behuf sich des auf dem Zwehrenthore befindlichen Aufsatzes — — bedienet." Vermutlich ist der Professor Stegmann nicht bloss für die Beschreibung der mathematischen Sammlung des Kunsthauses, sondern auch für die übrigen Angaben über das Observatorium der Gewährsmann Schminkes. Dies würde auch den von Stegmann in seiner erwähnten Abhandlung gebrauchten Ausdruck Turm erklären. Wahrscheinlich ist dieser Darstellung Schminkes auch von Zach[32]) in seiner eingehenden Abhandlung über Wilhelm IV. gefolgt, da er sich fast derselben Worte wie Schminke bedient. Der Wert der v. Zach'schen Darstellung wird jedoch auch durch den Mangel jeglicher Quellenangaben erheblich beeinträchtigt. Die Angaben v. Zachs finden wir dann in den meisten Schriften des 19. Jahrhunderts wieder, die sich mit

*) Zum Schlusse sei noch einige Litteratur erwähnt: Dr. Ludwig Weniger: „Das Collegium der Thyiaden". Progr. Eisenach 1876. — E. H. Meyer: Indogermanische Mythen. — G. Cornewall-Learens: „Astronomy of the Ancients".

[31]) Schminke a. a. O., S. 81, 82.

[32]) S. v. Zach a. a. O., S. 277.



Wilhelm IV. beschäftigen, so in den Biographieen von Justi[33]), Strieder[34]), Rommel[35]), desgleichen auch in der Lebensbeschreibung Wilhelms IV. der allgemeinen deutschen Biographie (Bd. 43, S. 38), sowie bei Köster und Gerland, (a. a. O., S. 4) und zwar berufen sie sich meist auf v. Zach als Gewährsmann. Erwähnt sei noch, dass Justi ausserdem die Angabe Kästners (s. o.), Wilhelm IV. habe auf seinem Schlosse beobachtet, wiedergiebt. Den Angaben Strieders ist dann Wolf gefolgt (s. o.) und diesem wie es scheint auch Dreyer[36]). Wir stehen daher vor der merkwürdigen Thatsache, dass sich die Autoren des 19. Jahrhunderts fast einstimmig dahin aussprechen, dass Wilhelms IV. Sternwarte auf dem Zwehrenthurm gestanden hätte, während in den ersten 150 Jahren nach seinem Tode nur von dem Observatorium auf dem Schloss die Rede ist. Es fragt sich nun, wie dieser Widerspruch zu erklären ist.

Zunächst kann m. E. unbedenklich auf Grund des Zeugnisses Tycho Brahe's als feststehend angenommen werden, dass Wilhelm IV. im Jahre 1575 eine Sternwarte auf seinem Schlosse hatte. Wilhelm IV., dessen Bild uns die Beilage zeigt, befand sich damals gerade in einem Stadium geringerer astronomischer Thätigkeit, denn die Uebernahme der Regierung im Jahre 1567 hatte seine Beobachtungen, die er vor allem seit dem Jahre 1561 begonnen hatte, ins Stocken geraten lassen. Erst der Besuch Tycho's regte ihn zu neuer astronomischer Thätigkeit an. Es ist daher zu vermuten, dass die Sternwarte, die er Tycho bei dessen Besuche im Jahre 1575 zeigte, dieselbe war, auf der er vor allem in den Jahren 1561 bis 1567 beobachtet hatte. Somit ist es sehr unwahrscheinlich, dass er schon 1561 auf dem Zwehrenturm eine andere reich ausgestattete Sternwarte hatte, wie man nach der Darstellung v. Zach's annehmen müsste.

Es bliebe daher noch die Möglichkeit, dass Wilhelm nach dem Besuche Tycho Brahe's auf dem Zwehrenturme beobachtet hätte. Allerdings fehlt es an bestimmten Nachrichten hierüber (abgesehen von der Bemerkung Schminkes) und die Anlage des Zwehrenturmes zu seiner Zeit würde auch dagegen sprechen, wie oben erwähnt. Demgegenüber ist jedoch noch Folgendes zu berücksichtigen: Wilhelm pflegte, wie uns Andreas Christinus in seiner *Oratio de vita et morte Guilelmi Landgravii* (S. 40) als Augenzeuge berichtet, auf seinen Reisen Instrumente mitzuführen und überall, wo er sich aufhielt, wenn irgend angängig, Beobachtungen anzustellen[37]). In Kassel selbst beobachtete er nicht allein auf seinem Schloss; er hatte sich vielmehr auch im Lustgarten an der Stelle der späteren Orangerie ein mit Gallerien und Altanen versehenes Lusthaus für seine astro-

---

[33]) Justi: Die Vorzeit. Ein Taschenbuch für das Jahr 1825. Wilhelm IV, der Weise, Landgraf von Hessen. Kassel. S. 72 ff, 1. 91, 92, 93. S. 107 ff.

[34]) S. o. a. a. O., S. 71 ff.

[35]) Rommel: Die Geschichte von Hessen. Bd. 5., S. 776 ff.

[36]) Dreyer: Tycho Brahe. Dtsch. v. Bruhns. 1894, S. 83.

[37]) Von einer solchen Beobachtung in der Festung Ziegenhain sei hier eine vielleicht weniger bekannte Anekdote erzählt: Der schlesische Ritter Hans von Schweinichen, der im Gefolge des Herzogs von Liegnitz Wilhelm IV. besuchte, erzählt in seiner Lebensbeschreibung Folgendes von seinem Aufenthalt in Ziegenhain: „Es lagen J. F. G. allda 5 Tage stille. Ich musste den Landgrafen desgleichen um Geld ansprechen, aber es war ein karger Herr. Nichtsweniger verehrt J. F. G. 100 Thl. und weil der Landgraf grosse Gnade auf mich geworfen, als musste ich eine Nacht mit auf einen Thurm steigen, da sahe er ins Gestirn und stellte Kalender. Da weisen J. F. G. mir Sterne: das ist der, das ist jener Stern. Ich verstund es nicht, sondern sagt nur: ja. Dabei liess er's auch bleiben und hatte einen gnedigen Herrn.“ (S. Justi a. a. O. S. 147, 48).

nomischen und physikalischen Studien erbauen lassen[38]). Es wäre daher an sich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass Wilhelm auch gelegentlich auf dem Zwehrenturm Beobachtungen angestellt hat, wenn es auch unwahrscheinlich bleibt, dass er hier eine Sternwarte mit einer Art drehbarem Dache errichtete. Vielleicht lässt sich aber die Mitteilung Schminkes in anderer Weise erklären:

Auf einem Plane von Cassel aus dem Jahre 1742[39]) sehen wir den Zwehrenturm in einer Form abgebildet, die vollständig von der auf den älteren, oben erwähnten Karten abweicht. Während der Turm bis zum Jahre 1640 als ein Festungsturm mit einem Satteldach dargestellt wird, trägt er auf diesem Plane eine mit einer Laterne versehene Kuppel. Bei einer solchen Form erscheint die Angabe, dass der Turm eine Art drehbares Dach gehabt hätte, nicht unwahrscheinlich. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass in der Zeit zwischen 1640 und 1742 ein Umbau des Zwehrenturms zu einer Sternwarte stattgefunden hat. Dass auch ausser Wilhelm IV. hessische Fürsten, und zwar insbesondere Landgraf Carl (1677—1730), der Astronomie ihr Interesse zuwandten, zeigt die Errichtung mehrerer Observatorien in Cassel. So wurde auf dem im Jahre 1696 erbauten Kunsthause am Steinweg, dem jetzigen Naturalien-Museum, dem Zwehrenturme gegenüber, ein Observatorium errichtet und zwar in einem runden Türmchen

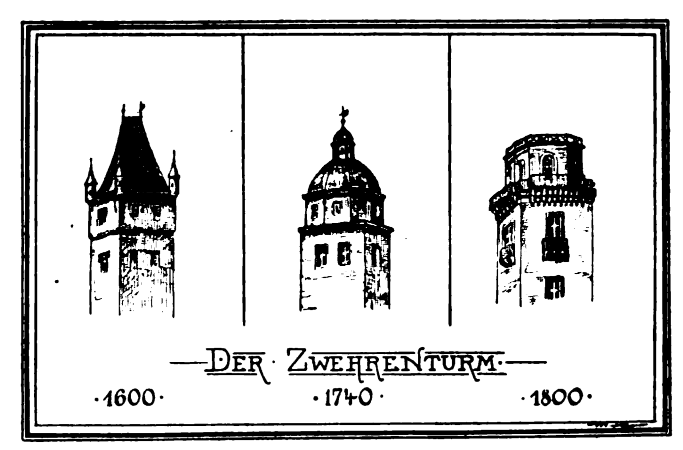


Abb. 7.

(s. o. die Bemerkung von Schminke). Dieses kleine Observatorium ist erst in neuerer Zeit abgerissen und durch ein flaches Schieferdach ersetzt worden. Ferner befand sich auch auf dem fürstlichen Hause in der Oberneustadt, welches Landgraf Karl 1714 errichten liess, ein Observatorium[40]), dessen Dach wie Koester und Gerland (a. a. O., S. 4) mit Berufung auf J. Bernoulli: *Lettres astronomiques* (1771) 39 berichten, drehbar war; dieses Observatorium soll, wenn überhaupt, nur sehr kurze Zeit zu Beobachtungen benutzt worden sein.

Eine direkte Bestätigung unserer Vermutung, dass sich auf dem Turme, wie ihn der Plan von 1742 zeigt, eine Sternwarte mit einem drehbaren Dach befunden habe, ergiebt die Breithaupt'sche Familientradition. Nach dieser hat der Urgrossvater der Chefs der jetzigen Firma, der schon erwähnte Hofmechanikus J. C. Breithaupt, der bei dem Bau des *Museum Friedericianum* den Umbau des Zwehren-

[38]) S. Piderit a. a. O., S. 115.

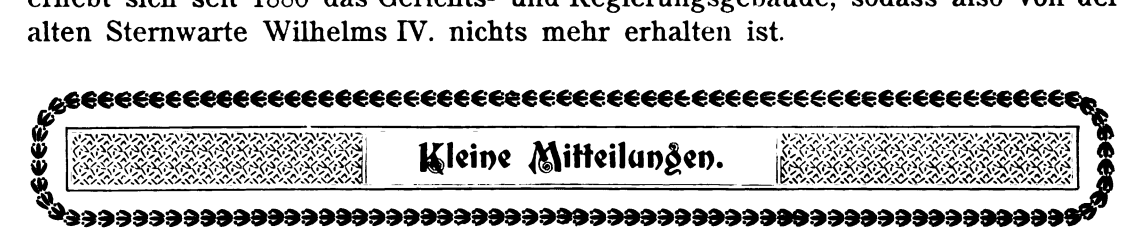
[39]) *Plan der Hochfürstl. Residenz- und Haubt-Stadt Cassel in Nieder Hessen nebst dem Hochfürstl. Lust-Garten auf der Aue. Herausgegeben von Homaennischen Erben. A. 1742.*

[40]) Vergl. Weidler: *Historia Astron.* Kap. XVIII. Piderit a. a. O., S. 294.

turmes und die Neueinrichtung der Sternwarte leitete, auf dem alten Turme eine Sternwarte mit drehbarem Dach vorgefunden. (Abb. 7 zeigt uns den Zwehrenturm in seiner älteren Gestalt bis 1640, dann in seiner neueren aus dem Jahre 1742 und dann in der jetzigen seit 1679).

Es ist m. E. daher am wahrscheinlichsten, dass Schminke (und Stegmann) in seiner Darstellung den Zwehrenturm mit dem Observatorium, wie er auf dem Plan von 1742 erscheint, im Auge gehabt hat, und dass er nur in seiner Annahme, schon Wilhelm IV. hätte diese Sternwarte mit dem drehbaren Dach benutzt, geirrt hat. Auf diese Weise würden sich die älteren Abbildungen des Turmes, die gegen die Anlage einer Sternwarte sprechen, sowie die Nachrichten der älteren Autoren, die doch kaum eine derartig wichtige Neuerung wie die Anlage einer Drehkuppel ausser Acht gelassen hätten, wohl am besten mit den späteren Nachrichten über die Sternwarte auf dem Zwehrenturm in Einklang bringen lassen.

Das Schloss wurde im Jahre 1811 ein Raub der Flammen. An seiner Stelle erhebt sich seit 1880 das Gerichts- und Regierungsgebäude, sodass also von der alten Sternwarte Wilhelms IV. nichts mehr erhalten ist.



Warum erscheint uns der Himmel blau? Die richtige Antwort auf diese Frage, die naturgemäss seit jeher den Forschergeist angezogen und auch in neuerer Zeit hervorragende Physiker und Meteorologen beschäftigt hat, ist bereits von Goethe gegeben worden. Er erklärt die blaue Himmelsfarbe für eine Farbe trüber Medien. Man versteht darunter bekanntlich Gemenge von Medien, deren ineinander suspendierte Teilchen so klein sind, dass sie nicht als solche, sondern nur dadurch wahrgenommen werden können, dass sie die Durchsichtigkeit des Ganzen schwächen. Ein solches trübes Medium erhält man z. B., wenn man dem Wasser eine alkoholische Mastixlösung zusetzt. Solche Medien erscheinen bei geeigneter Zusammensetzung im reflectierten Lichte blau, und man kann sie je nach ihrer Zusammensetzung in allen möglichen Nüancen vom tiefsten Blau bis milchigweiss mit einem Stich ins Blaue erhalten. Die Bedingung ist, dass das Verhältnis der Grösse der trübenden Teilchen zur Wellenlänge des Lichtes einen kleinen Wert besitzt. Goethe erklärt nun auch die Atmosphäre für ein trübes Medium, da ja Wasserteilchen in Dunstform immer in ihr schweben. Zur Prüfung der Theorie von Lord Rayleigh, der ebenfalls die blaue Farbe des Himmels als Farbe eines trüben Mediums ansieht, hat nun kürzlich Pernter die Polarisation des Himmelslichtes und die der trüben Medien untersucht und eine völlige Uebereinstimmung gefunden, und er kommt hiernach zu dem Schluss, dass hierdurch bewiesen ist, dass die Lichtzerstreuung im Himmelslichte dieselbe ist wie in trüben Medien, dass also die Luft als trübes Medium anzusehen und die blaue Farbe des Himmels als die Farbe eines trüben Mediums in seitlichem Lichte anzusprechen ist.

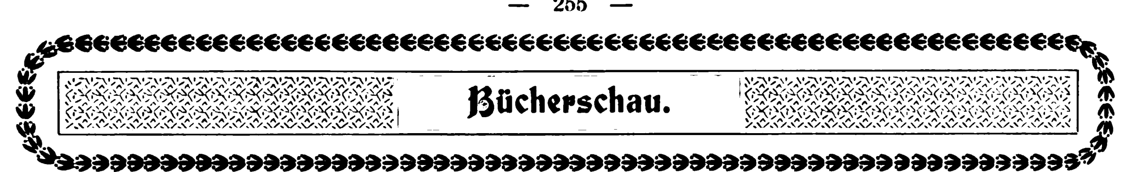
Hiermit findet Goethes Ansicht eine glänzende Bestätigung, und um sie recht zu würdigen, muss man wissen, dass Goethe noch ein Jahrzehnt nach Erscheinen seiner Farbenlehre, in der diese Vorstellung entwickelt wurde, auf Grund derselben die falsche Behauptung mancher Physiker, dass die Bläue des Himmels eine subjective Farbenerscheinung sei, bekämpfen musste.

Kalischer.

* * *

Der **Komet Brooks 1902 a** stand, nach Dr. Strömgren's Rechnung am 21. März nahe bei dem Stern δ Cygni und am 31. März nicht weit von Deneb (α Cygni), befand sich also in ziemlich günstiger Stellung. Denn diese Sterngegend steht im März, wenigstens nach Mitternacht, in genügender Höhe über dem Horizont, dass ein „heller" Komet von einem geübten Kometenjäger wie Brooks schon damals hätte gesehen werden können. Die Rechnung zeigt freilich, dass der Komet Ende März noch weit schwächer war als bei seiner Entdeckung Mitte April, dafür war aber im April sein Ort am Himmel sehr ungünstig geworden.

A. B.



Andrew Carnegie, Die Pflichten des Reichtums. Zwei Aufsätze. Verlag von Hobbing & Büchle in Stuttgart. Mit dem Bildnis des Verfassers. Preis 50 Pf., geb. 1 Mk. (46 S.)

In dieser Schrift hat der amerikanische Stahlkönig, der Begründer und noch lebende Mitinhaber der riesigen Stahlwerke in Alleghany-Pittsburg, einer der reichsten Männer der Erde. sein Wohlthätigkeitsprogramm niedergelegt. Dieser seltene Mann, welcher in den letzten Jahren bereits mehr als 300 Millionen Mark für wissenschaftliche Zwecke geopfert hat, bezeichnet die zweckmässige Verwendung der Reichtümer als die vornehmste Aufgabe unserer Zeit. „Reich“ sterben heisst für ihn „entehrt“ sterben. Er verlangt, dass ein jeder schon bei Lebzeiten sich des Ueberflusses seines Reichtums entäussert. „Beim Tode zu hinterlassen, was man nicht mit sich nehmen kann und auf andre die Bürde der Thätigkeit abzuwälzen, die man selbst zu tragen verpflichtet gewesen wäre, ist unwürdig. Das erfordert weder Opfer- noch Pflichtwilligkeit gegen die Mitmenschen.“ Mit grosser Schärfe wendet er sich gegen die bisher übliche sogenannte Wohlthätigkeit. „Für die Menschheit wäre es besser, dass die Millionen der Reichen ins Meer geworfen würden, als dass sie verspendet werden, um Faullenzer, Trunkenbolde und Unwürdige noch zu bestärken. Von jedem Tausend Mark, die heutzutage in sogenannter Wohlthätigkeit verschenkt werden, sind wahrscheinlich 950 Mk. unkluger Weise verschenkt, so verschenkt, dass sie die wahren Uebelstände hervorrufen helfen, die sie zu mildern oder zu heilen bestimmt waren.“

Carnegie geht sogar so weit, dass er den Millionär, der seinen Reichtum aufspeichert, für nicht so schädlich für die Gesellschaft hält als den, der seinen Reichtum unter dem Mantel geweihter Liebesthätigkeit an Arme vergeudet. Nach ihm giebt es kein grösseres Aergernis, als dem professionellen Bettler zu spenden. Unter solchen Erwägungen kommt er zu dem Resultat, dass die beste Verwendung des Reichtums darin bestehe, Vortragshallen zu errichten, Volksbibliotheken auszustatten, Universitäten, Sternwarten und ähnliche Anstalten zu gründen. Carnegie schreibt von der Begründung der Lick-Sternwarte: „Wenn es Millionäre giebt, die an dem vornehmen Studium der Himmelkunde Interesse nehmen — und solcher sollte und würde es manche geben, wenn sie nur dem Gegenstande die geringste Aufmerksamkeit schenken wollten, — so bietet sich ihnen hier ein Beispiel dar, das sie wohl befolgen dürfen. Der Fortschritt in der Herstellung astronomischer Instrumente nebst Zubehör ist so bedeutend und stetig, dass alle paar Jahre eins der Observatorien auf dem Kontinente füglich ein neues Fernrohr erhalten sollte; da das letzte immer grösser und besser als das ältere und daher geeignet ist, die Kenntnis des Universums und unserer Beziehungen zu ihm hier auf der Erde mehr zu vervollkommnen. Als eine der vielen guten Thaten des verstorbenen Mr. Thaw von Pittsburgh möge dessen beständige Unterstützung der dortigen Sternwarte erwähnt werden. Diese Sternwarte setzte Professor Langley in den Stand, seine wundervollen Entdeckungen zu machen. Er ist nun Direktor des Smithson'schen Instituts, ein würdiger Nachfolger Professor Henry's. Mit ihm in Verbindung stand Mr. Braeshier von Pittsburgh, dessen Instrumente in den meisten Sternwarten der Neuen Welt zu finden sind. Er war ein einfacher Mühlenbauer, aber Mr. Thaw erkannte sein geniales Talent und war sein Haupthelfer während der Versuchszeiten. Dieser einfache Arbeiter hat es bis zum Professor bei einer der gelehrtesten Körperschaften der gebildeten Welt gebracht. In der Verwendung seines Reichtums zur Unterstützung jener beiden nun berühmten Männer vollbrachte der Millionär Thaw ein edles Werk. Ihre vereinte Thätigkeit hat ihrem Vaterlande bereits grosse Ehre eingetragen und wird ihm noch grösseres Ansehen verschaffen in jedem wissenschaftlichen Kreise der ganzen Welt“. Carnegie schildert weiter, wie er, als er noch Arbeitsbursche in Pittsburgh war, jeden Sonnabend Nachmittag mit wirklicher Sehnsucht herbeiwünschte, um in der von Oberst Anderson freigegebenen Bibliothek seine Bücher umzutauschen. Damals schwor er sich, dass er, wenn er jemals zu Reichtum käme, anderen armen Jungen die gleiche Gunst zu Teil werden lassen wolle. Kein Leser kann sich dem nachhaltigen Eindruck der mit Gefühlswärme geschilderten Darstellungen des Verfassers entziehen. Möge das Buch dazu beitragen, auch bei uns in Deutschland das Gewissen aller derer zu wecken, die Vermögen besitzen, auf dass sie es zum Segen der Menschheit richtig verwenden. F. S. Archenhold.

* * *

Dr. B. Krembs, Lebensbilder aus der Geschichte der Sternenkunde. Freiburg i. Br. 1902. Herder'sche Verlagshandlung. Preis 1,40 M., geb. 2,00 M. (177 S.)

Es gereicht dem Buche nur zum Vorteil, dass es sich beschränkt auf die Darstellung des Lebensganges und der Lebensarbeit der sieben grossen Astronomen: Hipparch, Ptolemäus, Kopernikus,

Tycho Brahe, Kepler, Galilei und Newton. Der Verfasser hat sich bemüht, alles, was für die Allgemeinheit und im besonderen für die nach Bildung strebende Jugend als wissenswert über das Leben dieser sieben Astronomen erachtet werden kann, übersichtlich zusammenzustellen. In unverkennbaren Zügen hängt gerade das Leben und die Lebensart dieser unsterblichen Männer mit ihren Ideen und Geisteserzeugnissen eng zusammen, so dass die Person selbst oft den Schlüssel zum Verständnis des Entstehens des Lehrgebäudes enthält. Kein Leser wird diese Schrift aus der Hand legen, ohne Bewunderung für das Schaffen und Wirken dieser sieben grossen Astronomen.

* * *

C. Musmacher, Kurze Biographien berühmter Physiker. Freiburg i. Br. 1902. Herder'sche Verlagshandlung. Preis 1,80 M., geb. 2,40 M. (280 S.)

Seitdem die Technik eine grössere Rolle im Leben der Völker zu spielen berufen ist, wird auch ihre Nährmutter, die Physik, immer mehr gewürdigt. Da die grösseren Geschichtswerke über Physik nicht jedermann zugänglich sind, so ist es verdienstvoll, dass in diesem Werkchen die wichtigsten Daten aus dem Leben der bedeutendsten Physiker und die von ihnen gemachten Erfindungen wie aufgestellten Theorien besprochen sind. Die ältesten Physiker, wie Aristoteles, Leonardo da Vinci, Cartesius, Otto v. Guericke, Huyghens, Réaumur, Fahrenheit, Celsius, Galvani, und auch die neueren, wie Ampère, Faraday, Maxwell, Riess, Bunsen, Siemens, Foucault, Tyndall, Helmholtz, Röntgen, Hertz und viele andere sind in ihren Leistungen kurz angeführt. Hauptsächlich sind bei der Besprechung jedoch die Praktiker, welche irgend einen Apparat konstruiert haben, berücksichtigt worden. Ein Namen und Sachregister erleichtert die Benutzung des Buches.

* * *

Dr. B. Weinstein, Einleitung in die höhere mathematische Physik. Berlin 1901. Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung. Preis geb. 7 M., (399 S.)

Der Verfasser, welcher die Fachlitteratur bereits mit einer Reihe von Werken bereichert hat, entwickelt in diesem Werke die Grundlagen der physikalischen Theorien, wobei er naturgemäss Erörterungen naturphilosophischer Probleme vorausschickt. Verfasser will nicht allein für Lernende, sondern auch für Lehrende schreiben und gewährt einen interessanten Ueberblick über den augenblicklichen Besitzstand der Physik an mathematischen Hilfsmitteln. Bei der Ausführlichkeit des Inhalts-Verzeichnisses wird das fehlende Sach- und Namen-Register kaum vermisst. Die Leser des „Weltalls“ wird das reichhaltige Kapitel über mathematische Optik und die Undulations-Theorie des Lichts besonders interessieren.

F. S. A.

* * *

Johann Kleiber, Lehrbuch der Physik. Zum Gebrauch an realistischen Mittelschulen. II. Aufl. München 1901. Verlag von R. Oldenbourg. Preis geb. 4 M. (381 S.)

Das Kleiber'sche Lehrbuch ist besonders geeignet, den Schüler zum Selbstdenken und Selbstbeobachten anzuregen. Es erfüllt in dieser Beziehung die höchsten pädagogischen Anforderungen, welche man an ein Lehrbuch stellen kann. Es verbindet mit der Kürze der Darstellung eine übersichtliche und anschauliche Anordnung des Stoffs. Die Beispiele sind sehr geschickt ausgewählt und die Figuren so angeordnet, dass das Wesentliche des Experiments sofort in die Augen springt. In einem Anhange sind kurze biographische Notizen gegeben, und eine Zeittafel stellt in wirksamer Weise die Hauptentdeckungen auf dem Gebiete der Physik zusammen. Die Lehre vom Licht und der Begriff des Elektrizitätsgrades und der strömenden Elektrizität sind in musterhafter Weise dargestellt. Dass bereits nach Jahresfrist eine zweite Auflage nötig wurde, beweist, dass das Buch sich in kürzester Zeit viele Freunde erworben hat. Es kann allen Anfängern aufs Wärmste empfohlen werden.

F. S. Archenhold.

Fragekasten.

Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte. Ein Mitglied hat am 7. 5. d. J. 4—5 Uhr nachmittags beim Postamt 33, Berlin SO., den Jahresbeitrag in Höhe von 12 Mk. per Postanweisung eingesandt, ohne jedoch auf dem Postabschnitt den Absender zu bemerken. Wir bitten daher dieses Mitglied, sich gütigst im Bureau der Sternwarte zu melden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

2. Jahrgang 21. und 22. Heft. | **Herausgegeben von F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.** | **1902 August 1. und 15.**

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Ueber einen elektrischen Gewitter-Registrator.

Von F. G. H. Linke.

Als Professor Roentgen seine grosse Entdeckung machte, ahnten wohl wenige, eine wie eminente praktische Bedeutung sie erlangen würde, und die wenigen Jahre der Entwicklung haben einen ungeahnten Reichtum an Anwendungsarten für die Roentgen'schen Strahlen hervorgebracht. Durch diese Erfolge verleitet, glaubte man bei dem Auftreten Marconi's mit seiner eigenartigen telegraphischen Methode an eine ähnliche Fruchtbarkeit der Idee, wie sie die Roentgentechnik durchlebte. Uebertriebene Ausblicke und Erwartungen spannten damals nicht nur die Gelehrten-, sondern auch die Laienwelt auf rätselhafte Erscheinungen, die sich bisher noch nicht erfüllt haben und sich vielleicht auch nur zum kleinen Teile überhaupt erfüllen werden.

Jedoch hat sich auch jetzt schon die Anwendung der Marconi'schen Initiativen einige Felder erobert, auf denen sie erstaunliche Leistungen aufzuweisen hat. Neben der Möglichkeit, mit Marconi's Einrichtung telegraphieren zu können, existieren noch manche andere Anwendungen, von denen uns hier eine, die Anwendung zur Gewitterregistrierung, interessiert.

Eins der wichtigsten Elemente für Marconiversuche ist der sogenannte Cohärer. Zum Nachweise minimaler Spannungen, welche durch auftreffende, in einem primären elektrischen Leiter erzeugte elektrische Wellen in sekundären Drähten erzeugt werden, benutzt man als empfindlichstes Instrument die Branly'sche Röhre. In dieser wird eine Thatsache benutzt, welche sonst in der Technik sehr verpönt ist; ihre Wirkungsweise beruht auf den eigentümlichen Eigenschaften loser Kontakte. Der ganze Apparat besteht aus einer Röhre, in welche zwischen zwei Metallkörpern Spähne eines leitenden Stoffes eingebracht sind.

Die erste Kenntnis von der Wirkungsweise der Branly'schen Röhre hatte Calzecchi-Onesti, welcher im Jahre 1884 in „Nuovo Cimento" (Bd. 20, pag. 119) eine Arbeit über die Theorie der losen Kontakte veröffentlichte. Seinen Ver-



such, der in der damaligen Zeit keine weitere Beachtung fand, stellte er so dar: Der Zwischenraum zwischen zwei Kupferplatten wurde mit Eisenfeilicht ausgefüllt (Fig. 1), im übrigen in einen Leiterkreis mit Telephon, Batterie, Galvanometer und Vorschaltwiderstand eingeschlossen. Im Kreise war diagonal, wie das Bild zeigt, ein Quecksilberkontakt eingelegt. Solange der letztere geschlossen war, bekam Calzecchi-Onesti keinen Strom im Kreise, schloss er aber den Quecksilberkontakt und öffnete ihn wieder, so bekam er einen konstanten Ausschlag am Galvanometer und zuerst einen Ton im Telephon. Der Widerstand, welchen die Kupferplatten in Form des Eisenfeilichts zwischen sich bargen, wurde mit der Zeit geringer, er fiel fast vom Werte unendlich bis auf wenige hundert Ohm. Das war die Ausbeute, welche Calzecchi-Onesti aus seinen Experimenten zog; dass aber durch leichte Erschütterung des Eisenfeilichts sich der frühere fast unendliche Widerstand wieder einstellte, entging ihm. Dieses fand erst Branly im Jahre 1891, welcher dem Apparate auch die Form gab, welche heute allgemein üblich und unter dem Namen „Branly'sche Röhre“ bekannt ist (Fig. 2). Ein Ausschlag des Galvanometers nach der nebenstehenden Schaltung bleibt tagelang konstant, aber nur, wenn die Röhre nicht erschüttert wird.

Eine Erklärungsweise dieses eigentümlichen Verhaltens von lose geschichteten pulverförmigen Leitern, und zwar die am stärksten vertretene, ist diese: Ladet man die in einer Branly'schen Röhre befindlichen kleinen Körperchen,

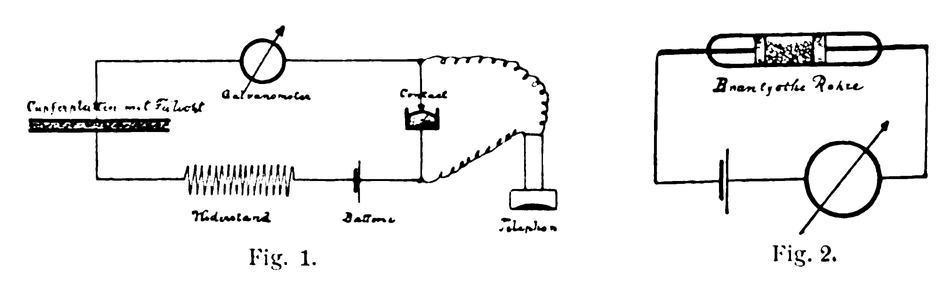


Fig. 1. Fig. 2.

so treten zwischen ihnen kleine Fünkchen auf und bilden durch Kondensation von Metalldämpfen eine Brücke, so dass ein Strom die Brücke passieren kann, während vorher das Oxyd dies verhinderte. Eine wenn auch nur geringe Erschütterung bringt die Brücken zum Einsturz und stellt den hohen Widerstand sofort wieder her. Dieser Erklärungsweise verdankt die Branly'sche Röhre einen besonderen Namen, welchen ihr Professor Reuleaux gab. In der Technik nennt man das oberflächliche Zusammenschmelzen lose geschichteter Substanzen einen Frittprozess, weshalb Reuleaux die Branly-Röhre einen Fritter nannte. Lodge in England schlug nach dieser Erklärungsweise den Namen Coherer vor, woraus man in Deutschland Cohärer machte, obwohl es doch wenigstens Cohärerer heissen müsste. Alle diese Benennungen sind aber tendenziös in Bezug auf den physikalischen Vorgang, weshalb das Instrument am zweckmässigsten wohl Branly-Apparat genannt wird.

Eine Erklärung, welche den Vorzug hat, ausserordentlich plausibel zu sein, und welche auch den Thatsachen zu entsprechen scheint, gab Prof. Slaby. Seine Deduktion werde in Folgendem kurz dargestellt: Es ist bekannt, dass Gase an den Wänden von Metallen ausserordentlich stark adhärieren. Sind nun kleine leichte Körperchen lose aufeinander geschichtet, so findet zwischen ihnen thatsächlich noch kein Kontakt statt, weil die Adhäsion des Gases an das Metallkörperchen dies nicht zulässt. Erst beim Anwenden künstlichen Druckes findet

Kontakt statt. Treffen elektrische Kräfte auf solche Körperchen, so werden die Gashüllen derselben polarisiert, infolgedessen eine ungeheure Druckwirkung auftritt. Es lässt sich nun an der Hand eines Beispiels zu den mathematischen Grössenbeziehungen, welche zwischen den magnetischen und elektrischen Verhältnissen bestehen, zeigen, dass der zwischen den Cohärerkörnchen auftretende Druck thatsächlich Werte erreicht, wie sie für eine plausible Erklärung erforderlich sind.

Der erste, der einen Fritter praktisch anwandte, war der Russe Popoff. Derselbe wollte den Verlauf von Gewittern graphisch registrieren und kam dabei auf die Idee, die Branly'sche Röhre anzuwenden. Die Anordnung, welche er benutzte, war die nachstehend abgebildete (Fig. 3). Er benutzte die Röhre zum Schliessen einer Lokalbatterie, welche eine Auslösung für die Registrierung und das Signal und zugleich das Zerfallenmachen des Frittpulvers bethätigte. Seine Anordnung wurde für alles Spätere typisch. Nach dem Folgenden wird sie dem Leser ohne Weiteres verständlich sein.

Popoff publizierte seine Arbeit in einer russischen Zeitschrift, weshalb sie für die Gelehrtenwelt unbekannt blieb. Sie wurde erst ausgegraben, als die Marconi'schen Patentstreitigkeiten begonnen hatten. Popoff erwähnte in seiner Arbeit, dass man mit solcher Einrichtung auch telegraphieren könne; er benutzte sogar Funkenstrecken, um Strahlen elektrischer Kraft auf eine Branlyröhre wirken zu lassen, schob aber die Sache als aussichtslos zur Seite, weil die Wirkungen so minimale waren, dass er nichts erhoffte. Der Grund dieser minimalen Wirkungen lag in dem Umstande, dass Popoff keine Sendedrähte benutzte. Das Verdienst, dies zuerst gethan zu haben und dadurch der Sache erst auf die Beine verholfen zu haben, gebührt dem Italiener Marconi. Derselbe hatte weder von der Branly'schen Röhre, noch von der Popoff'schen Einrichtung Kenntnis, kam vielmehr selbst auf die Sache.

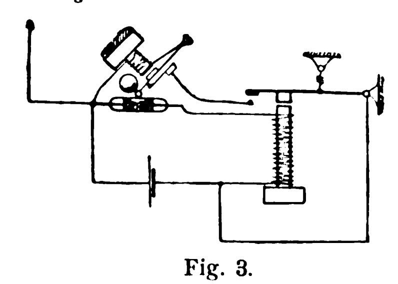


Fig. 3.

Der Fritter wird nach unserer jetzigen Kenntnis am empfindlichsten, wenn statt Eisen- versilberte Nickelspähne angewendet werden. Der Silberprozentsatz darf 4 bis 10 % nicht übersteigen. Die elektromotorische Kraft des benutzten, durch die Branlyröhre geschlossenen Elementes soll, wenn die Abnutzung nicht zu merklich zu Tage treten und lästig werden soll, 1 Volt nicht überschreiten. Sehr empfindliche Fritter arbeiten noch bei 0,4 Volt sicher. Will man daher mit solchem Fritter Anzeigevorrichtungen bethätigen, so greift man zu dem in der Elektrotechnik zu diesem Zwecke zur bequemen Verfügung stehenden Aushilfsmittel des Relais, womit man nur grosse Lokalbatterien auslöst und so in der Grösse der Anzeigevorrichtungen fast unbeschränkt ist.

Offenbar unabhängig von Popoff hat der Direktor der Sternwarte in Kalocsa, Herr J. Fényi*) eine Vorrichtung zusammengestellt, welche als Gewitterregistrator benutzt wird und sich sehr gut bewährt haben soll. Dieser Apparat soll im Nachstehenden beschrieben und in seiner Wirkungsweise erläutert werden.

Durch langwierige Versuche war es dem Assistenten Herrn Schreiber gelungen, aus den Mitteln des physikalischen Kabinets der Sternwarte in Kalocsa einen Apparat für Funkentelegraphie herzustellen. Durch Zufall bemerkte er

*) Gewitter-Registrator, konstruiert von P. Johann Schreiber. Beschrieben von J. Fényi. Kalocsa 1901, Selbstverlag der Sternwarte.

das Ansprechen dieses Apparates beim Aufleuchten von Blitzen und schritt daher zur Konstruktion eines für diesen Zweck eingerichteten Apparates, welcher die im Nachstehenden zu beschreibende Form erhielt.

In der Weise, wie es unsere Fig. 4 zeigt, ist ein Ruhestromkreis mit einem konstanten Element gebildet. Es liegt also an dessen Polen, welche durch einen abgeglichenen Widerstand kurz geschlossen sind, einerseits eine Multiplikatorspule, andererseits ein Pol der Branly'schen Röhre; die beiden übrig bleibenden

Gewitterregistrator von Fényi.

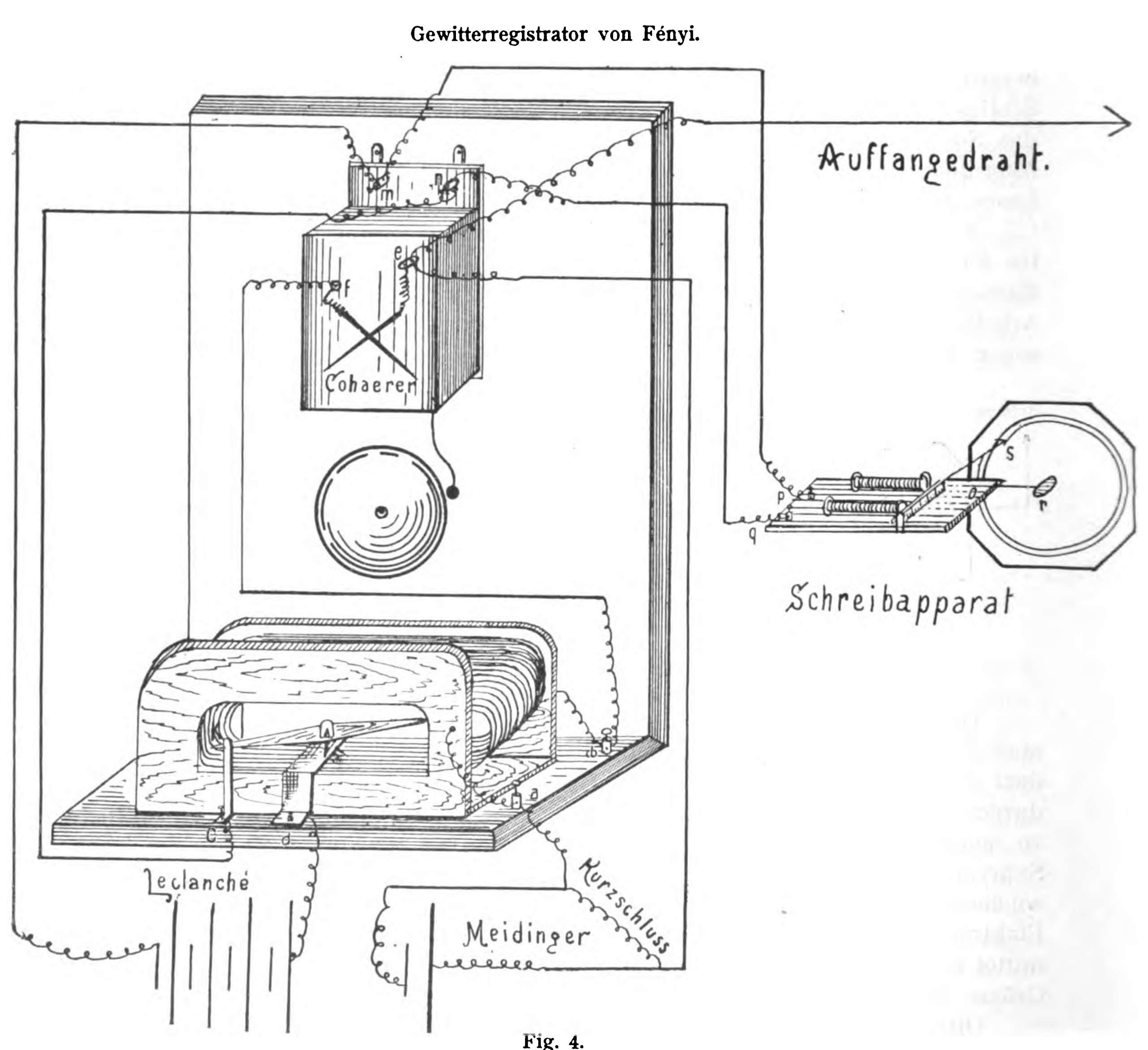


Fig. 4.

Pole von Multiplikatorspule und Branly-Apparat werden miteinander verbunden. Der Branly-Apparat wird auf dem Brett eines elektrischen Unterbrechers angebracht; er besteht aus zwei kreuzweis zueinander liegenden Nähnadeln, von denen die eine fest aufliegt, während das dicke Ende der andern in dem zu einer kleinen Spirale gedrehten Zuleitungsdrahte steckt, so dass also ihr Auflagedruck durch Biegen des Zuleitungsdrahtes leicht reguliert werden kann. Hiermit ist es auch möglich, durch Versuche die Abhängigkeit der Empfindlich-

keit des Branly-Apparates vom Drucke genau zu bestimmen und auch den Cohärer durch einen Druckhebel auf bestimmte Empfindlichkeit einzustellen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die beiden Nadeln nicht etwa magnetisch sind. Der Kurzschluss am Element dient dazu, einerseits die Intensität des in der Cohärerleitung fliessenden Stromes herabzudrücken, andererseits um die Endspannung an dem offenen Cohärer auf ein brauchbares Mass zu reduzieren. Da die Spule des vorliegenden Apparates 420 Ohm Widerstand hat, kann in ihr höchstens etwa ein Strom von $^1/_{1400}$ Ampère fliessen. Die Spule selbst hat ungefähr 5000 Windungen einfachen mit Seide umsponnenen Kupferdrahtes von 900 m Länge und 0,2 mm Dicke. Die Spule ist in axialer Richtung 2,5 cm lang, quer dazu 10 cm ausgedehnt; die innere Höhlung misst in der Höhe 12 mm. Die letztere dient zur Aufnahme der aus Uhrfederstahl hergestellten Magnetnadel von nur 3 g Gewicht, welche an einer Seite einen feinen Platinstreifen in vertikaler Lage trägt, der, wenn die Nadel abgelenkt wird, an zwei mit Platinspitzen versehene Stifte zugleich anschlägt und dadurch einen Registrierstrom schliesst. Einer dieser Stifte ist zum Zwecke gleichmässigen Kontaktes durch eine Schraube verstellbar.

In der 4. Abbildung, welche aus der Fényi'schen Beschreibung übernommen ist, ist noch die erste Anordnung dargestellt. Dabei tritt in der elektrischen Combination an die Stelle des verstellbaren Contactstiftchens die Nadel selbst. In dieser Anordnung bleibt aber die Nadel oft hängen, sodass die hier beschriebene Anordnung construiert wurde.

Der Multiplikator wird auf einer erschütterungsfreien Unterlage aufgestellt und die Nadel in der dem erdmagnetischen Meridian des betreffenden Ortes entsprechenden Stellung gebracht, sodass sie nur etwa 1 bis 2 mm von dem Kontaktstiftchen absteht. Rückwärts ist ihr ein zweiter Stift gegeben, um wiederholte Schwingungen einer Ablenkung und damit wiederholte Kontakte zu vermeiden.

Lässt man in der Nähe dieses Apparates einen kleinen Funken überspringen, so wird durch die dabei entstehende elektromagnetische Aetherstörung der Cohärer leitend gemacht, sodass ein Strom ihn und die Multiplikatorspule durchfliessen und eine Ablenkung der Nadel hervorrufen kann. Ein neuer Funke bringt dann abermals eine Ablenkung hervor. Zur Prüfung dieser Einrichtung genügt es, in der Nähe ein kleines elektrisches Läutewerk in Betrieb zu bringen; der bei den Unterbrechungen desselben auftretende Induktionsfunke reicht aus, den Cohärer zum Ansprechen zu bringen.

Die beiden Kontaktstifte sind die Pole eines offenen Stromkreises, in welchem etwa vier Leclanché-Elemente als Stromquelle eingeschaltet sind, welche den vorhin erwähnten Unterbrecher zugleich mit einem Schreibwerk bei einem Kontakt der Nadel mit dem Stiftchen bethätigen sollen. Da der Schreibapparat parallel mit dem Unterbrecher arbeitet, müssen beide etwa gleichen Widerstand haben, worauf zu achten ist. Der Zweck des Unterbrechers ist, durch seine Erschütterungen auch den Cohärer zu erschüttern, damit dieser den Spulenstrom wieder abstelle. Damit nun der bei dem Unterbrecher selbst entstehende Induktionsfunke nicht den Cohärer in Aktion treten lässt, giebt man dem unterbrechenden Anker einen festen Anschlag. Dann dauert die Erschütterung immer noch etwas länger als der letzte Induktionsfunke und der Cohärer stellt prompt und sicher den Stromkreis ab. Um zu vermeiden, dass die Nadel an den Kontaktstiftchen hängen bleibt, was auf Reibung am Nadelhütchen zurück-

zuführen ist, montiert man den Unterbrecher auf demselben Brett wie die Spule und erreicht so durch die Erschütterungen desselben ein sicheres Abstossen der Nadel von den Stiftchen.

Die Registrierung von Blitzen geschieht nun in der Weise, dass die durch Blitze hervorgerufenen elektromagnetischen Aetherstörungen von einem Auffangedraht zum Cohärer geleitet werden. Dieser spricht dann an und schliesst in seiner eigenartigen Weise den Ruhestromkreis, sodass die Nadel bei einem Ausschlage den Lokalarbeitsstromkreis schliesst und den Registrierschreiber und den Unterbrecher in Thätigkeit versetzt. Durch die Erschütterungen des Cohärers wird seine Leitfähigkeit wieder aufgehoben und die Thätigkeit des ganzen Apparates wieder unterbrochen. Derselbe steht nun zu einer neuen Aufzeichnung bereit.

Bei der Aufstellung des Apparates muss darauf geachtet werden, dass fremde Läutewerke und elektrische Anlagen nicht in der Nähe sein dürfen, weil diese sonst störend auf die Thätigkeit des Apparates einwirken würden.

Die eigentliche Registrierung ist eine sehr einfache. Eine einfache Weckeruhr kann zu diesem Zwecke als Uhrwerk dienen. Auf dessen Minutenachse *a* wird das Registrierpapier aufgesteckt, sodass sich dasselbe in jeder Stunde um 360° dreht. Die Aufzeichnung geschieht durch eine mit Anilintinte gefüllte Schreibfeder *F*; der Tinte wird zur Verhinderung ihres Eintrocknens zweckmässig ein gleicher Teil Glycerin zugesetzt. Die Feder steckt an einem Eisenanker, welcher, wie die Fig. 5 zeigt, einem Elektromagneten gegenübersteht, dessen Spulen beim Kontaktmachen durch die Multiplikatornadel das Eisen magnetisch erregen und so eine wagerechte Bewegung der Schreibfeder *F* veranlassen, welche sich auf dem Blatte als kleiner wagerechter Strich verzeichnet. Um nun das Registrierblatt recht lange benutzen zu können, ist Vorsorge getroffen, dass die Feder nach einem Umlauf nicht wieder auf den schon verzeichneten Strich kommt. Zu dem Zwecke wird der ganze Apparat mitsamt dem Anker und der Feder ganz langsam in horizontaler Richtung verschoben, sodass auf dem Blatte eine Archimedische Spirale entsteht, welche nur durch horizontale Strichelchen, den Spuren der Federzuckungen bei Blitzen, unterbrochen wird. (Vergl. die Schriftproben Fig. 6 u. 7.)

Schreibapparat.

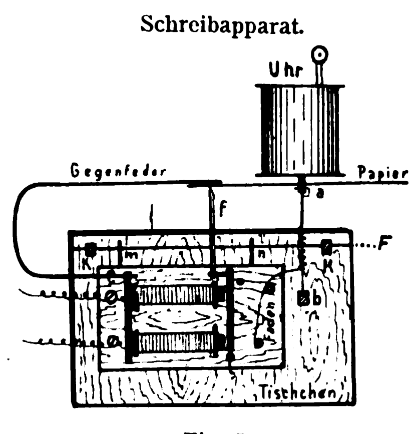


Fig. 5.

Die Verschiebung des Magneten geschieht durch einen Faden, welcher sich um die Minutenachse aufwickelt und so eine Bewegung hervorruft, bei deren Langsamkeit die zur Fortbewegung notwendige vom Uhrwerk hergegebene Kraft herreicht. Die Fortbewegung kann auch so geschehen, dass die Magnetvorrichtung auf einer schiefen Ebene gleitet und die Minutenachse durch die gleichförmige Abwickelung eines Fadens die Bewegung reguliert. Der Schlitten gleitet dabei in einem Führungsstabe *F*, welchen die Oesen *m* und *n* umfassen. — Die Arbeit der Schlittenbewegung kann auch zweckmässig der Stundenachse des Uhrwerks übertragen werden.

Um das Papier auch immer mit der Schreibfeder in Berührung zu erhalten, ist eine Gegenfeder auf dem Magnetbrettchen angebracht, welche mitgleitet und so das Papier immer an die Federspitze drückt.

Der beschriebene Apparat hat sich in seiner Wirkungsweise glänzend bewährt. In kurzer Zeit zeichnete er vollständiger als jede andere Einrichtung die Gewitterentladungen auf und gab Resultate, welche nach der sonst üblichen

Schrift eines Ferngewitters vom 13.—14. Juli.

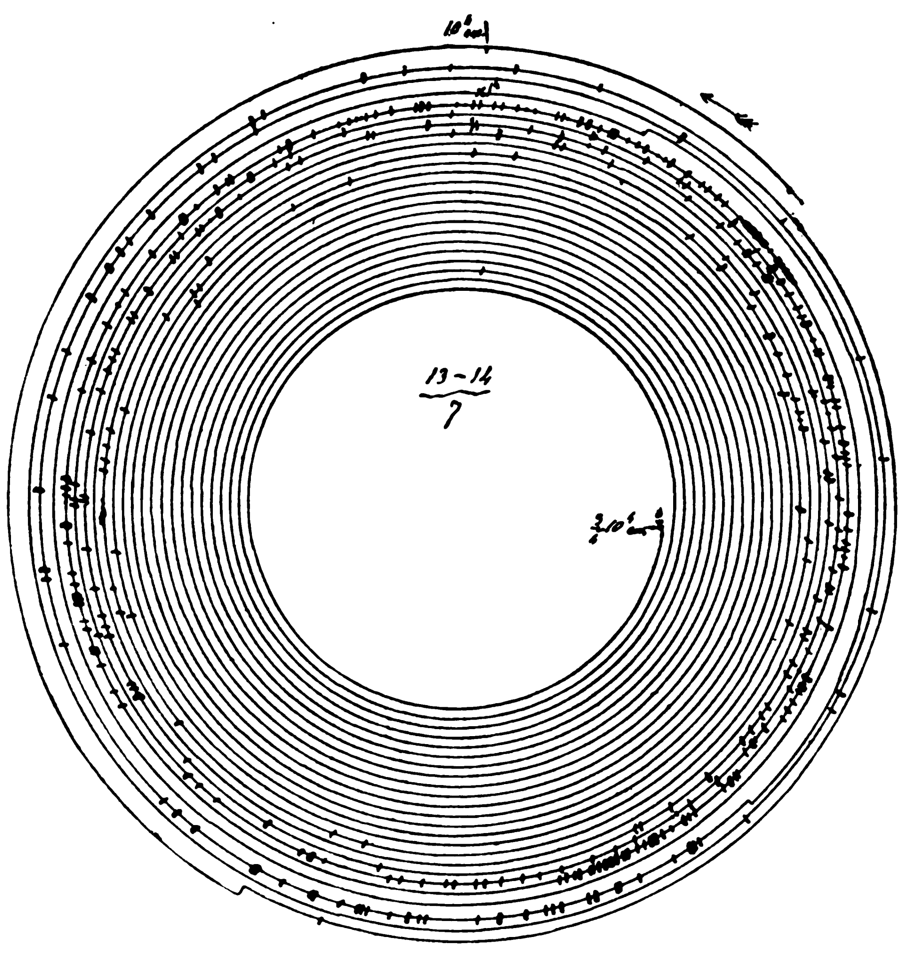


Fig. 6.

Weise nur durch vieljährige Beobachtungen oder durch ein sehr ausgedehntes Beobachtungsnetz erlangt werden können. Aus einer dreimonatlichen Registrierung im Mai, Juni und Juli des verflossenen Jahres konnte sogleich die tägliche Periode der Gewitter in Südungarn, oder genauer bezeichnet, im Gebiete von etwa 150 km im Umkreise von Kalocsa, richtig bestimmt werden. Die Uebereinstimmung dieser Aufzeichnungen mit den durch andere Beobachtungen gewonnenen war überraschend.

Die Schriftprobe eines Ferngewitters am 13.—14. Juli ist in Figur 6, eines Ortsgewitters vom 15.—16. August in Figur 7 wiedergegeben.

Man ist geneigt, den nächtlichen Gewittern grössere Häufigkeit zuzuschreiben, als den am Tage sich abspielenden, sodass sich also nachts ein zweites Maximum zeigen müsste. Der Grund dafür ist ein psychologischer, er beruht auf einem

alten Gedächtnisfehler der Menschen, nämlich das nichtzustimmende Eintreffen von Ereignissen zu vergessen und das zufällig eintreffende im Gedächtnis zu behalten, wie schon Kepler schlicht und treffend sagt:

„Das Fehlen (Falschsein) vergisset man, weil es Nichts besonderes ist; das Eintreffen behält man nach der Weiber Art; damit bleibt der Astrologus in Ehren.“

Schrift eines Ortsgewitters vom 15.—16. August.

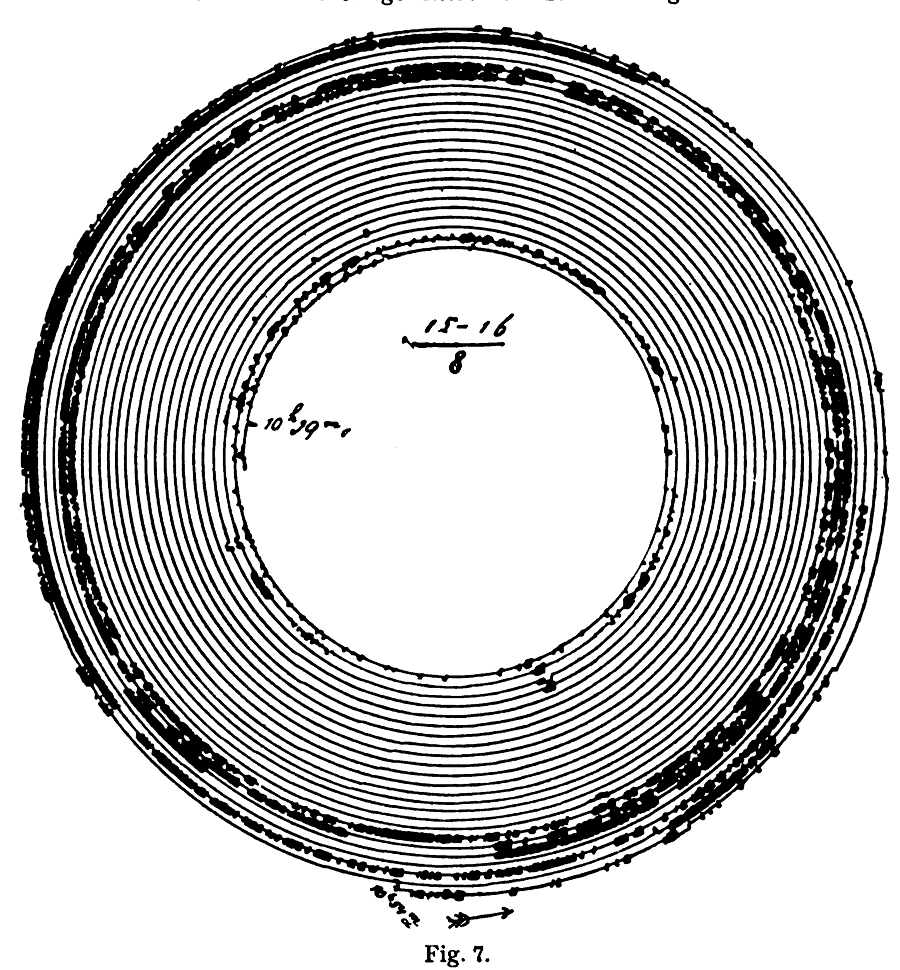


Fig. 7.

So auch hier! — Die Gewitterregistrierung aber zeigt, dass in der ganzen Nacht die Gewitter ungefähr zehnmal seltener sind, als in den Nachmittagsstunden.

Die Hochwasser des ersten Halbjahres 1902, besonders das Hochwasser in Berlin vom 14. April, und ihre Prognosen.

Von Wilhelm Krebs, Barr i. Els.

Die erste Hälfte des Jahres 1902 war auch für Mitteleuropa von mannigfachen Anomalien der Witterung heimgesucht. Diese äusserten sich zunächst in der dann gewöhnlichen Folgeerscheinung schlechter Ernteaussichten. Immerhin scheinen allgemein nur die Obsternten gelitten zu haben. Von den durch

schliesslich günstiges Wetter aufgebesserten Getreideernten ist um so grösserer Vorteil für die deutsche Landwirtschaft zu erwarten, als zwei wichtige Wettbewerber, die Weizenländer Nordamerikas und Nordindiens, in diesem Jahre zu versagen drohen.

Andere Besorgnisse wurzeln tiefer, wenn auch zugleich in noch wenig erforschtem Boden. Dem verflossenen Halbjahr waren Hochwasser und ausgeprägte Ueberschwemmungen gerade in grossstädtischen Gebieten eigen. Erfahrungsgemäss erweckt solches Verhalten für die Folgezeit erhebliche Bedenken hygienischer Art. In Bezug auf diese Bedenken verweise ich auf frühere Veröffentlichungen über Grundwasserstau und Gesundheitsverhältnisse in städtischen Gebieten*) und führe aus neuester Zeit an, dass die hochgradige Verseuchung der mexikanischen Hafenstadt Veracruz an gelbem Fieber, Blattern u. dgl. von der dort thätigen Kommission amerikanischer Aerzte wesentlich auf Verunreinigung des Untergrundes der Strassen und Häuser zurückgeführt wird**).

Die folgenden Darlegungen beschränken sich auf die angenehmere Gegend über der Bodenoberfläche. Sie sollen daran helfen, den meteorologischen Zusammenhang bei jedem der hauptsächlichsten Hochwasser aufzudecken.

Von vornherein kann man vom meteorologischen Standpunkt drei Arten unterscheiden: Hochwasser infolge starker und anhaltender Niederschläge, Hochwasser infolge ausgiebiger Schneeschmelze und Hochwasser infolge Sturmflut. Die ersteren beiden Arten bevorzugen das Binnenland, besonders das gebirgige, die letztere ist naturgemäss ganz der Küste eigen. Alle drei Arten waren im verflossenen Halbjahr vertreten.

Die beiden ersteren stehen in einem näheren Zusammenhange zu einander. Unter gleichen barometrischen Umständen, wie schwere und anhaltende Regenfälle, können ebensolche Schneefälle erzeugt werden, die bei schnellem Tauen oft erst nach langer Unterbrechung Hochwasser zu veranlassen vermögen. Andererseits bringen Frost und Ersatz des Regens durch Schneefall, bei nachhaltiger Abkühlung, drohende Hochwassergefahr zu dauerndem oder auch vorübergehendem Stillstand. Letzterer wird dann durch schnell und in umfassender Weise eintretendes Tauwetter wieder beseitigt. Meist aber genügt eine solche vorübergehende Hemmung, die vorher gefahrdrohenden Hochwasser zu unschädlichem allmählichem Abfluss zu veranlassen.

Manchmal aber gelangt ein erheblicher Rest als Eis oder Schnee magazinierter Niederschläge an ein schnelles Forttauen, während warme Regen noch Wasser hinzufügen. Das ist ein häufiger Anlass zu Frühlingshochwassern, kann aber auch im Winter vorkommen und wird dann gewöhnlich durch erneuten Frost zum ungefährlichen Abschluss gebracht. Diese Fälle vorübergehender Hochwassergefahr ereigneten sich in den Wintermonaten unseres Halbjahrs zweimal, in den ersten Dekaden des Januar und des Februar.

Beide Male wurde fast von denselben Flussgebieten gefahrdrohendes Anschwellen gemeldet: am 4. bis 6. Januar von Teilen des mittleren Rheingebiets, Mosel, Weser und den Flüsschen der Lüneburger Haide, am 8. bis 10. Februar

*) W. Krebs, Grundwasserstau und Gesundheitsverhältnisse in europäischen Städten. „Deutsche Medizinische Wochenschrift", Jahrg. 22, S. 583—585. Berlin 1896. Dgl. in Berlin. Ebenda, S. 632 bis 633. W. Krebs, Hochwasser, Grundwasserstau und Gesundheitsverhältnisse in europäischen Grossstädten. Sonderabdruck aus den „Fortschritten der öffentlichen Gesundheitspflege". Frankfurt a. Main. Jäger's Verlag. 1896.

**) Zeitungsnachrichten von Juni 1902.



aus den ersteren drei Gebieten allein. Beide Male blieb jede Nachricht von dem wirklichen Eintreten der alarmierenden Hochwassergefahr aus, sobald Hochdruckwetter mit Frost und Trockenheit auch nur an einem Tage die milde Niederschlagsepoche abgelöst hatte. Das zweite Mal konnte der genaue Verlauf dieser unschuldigen Hochwasser rechtzeitig vorausgesagt werden durch Prognose vom 7. Februar, nachdem beim ersten Male sich der ebenfalls rechtzeitig, am 3. Januar, gezogene Schluss auf eine Folge von Niederschlag und Frostwetter prompte Bestätigung erhalten hatte*).

Aehnlich gestaltete sich der Versuch einer Sturmflutprognose für das Unterelbe-Gebiet. Auch hierfür hatte ein Vorversuch günstige Aussicht gegeben, indem am 17. Januar, als an dem Vogesensitze des Verfassers noch keinerlei Nachrichten von der Nordsee vorlagen, auf die Wahrscheinlichkeit dieser Hochwassergefahr geschlossen wurde, die thatsächlich am 16. Januar schon eingetreten ist**). Nach Wochenfrist stellte sich eine ähnlich gefahrdrohende Wetterlage wieder ein. Die am 24. Januar gestellte Prognose***) erhielt am 26. Bestätigung durch eine neue Sturmflut, von der die vorhergegangene in Hamburg um mehr als 2 Fuss Höhe übertroffen wurde. Beide Male war eine Depression vom Atlantik her in der keineswegs ungewöhnlichen Richtung nach Ostnordost am Nordseegebiet vorübergezogen und hatte danach im Osten desselben in einem südlichen Ausläufer interferenzartige Vertiefung erfahren. Die Folge war, dass nach Südwestwinden, die die Nordsee vom Ozean her gefüllt hatten, westliche bis nordwestliche Winde heftig auffrischten, die diesen Wasserüberfluss besonders in den Mündungsschlauch der Elbe hineinfegten. Schwere Schäden an den Deichen von Altenbruch und Finkenwärder und eine der grossartigen, wenn auch im Verhältnis harmlosen Ueberschwemmungen der Wasserkante Hamburgs und Cuxhavens waren die Folge der zweiten stärkeren Sturmflut.

In beiden Hinsichten, sowohl in Bezug auf das Schmelzhochwasser vom 8. bis 10. Februar, als auf das Sturmfluthochwasser vom 26. Januar, lebte die Vorhersage gewissermassen aus der Hand in den Mund, indem unter gleichbleibenden allgemeinen Voraussetzungen wesentlich durch rasche Berücksichtigung sich vorbereitender Auslösungsvorgänge erfolgreiche Hochwasserprognosen erzielt wurden.

Anders stand es mit den Gebirgshochwassern infolge ungewöhnlich starker und anhaltender Regen in höheren Lagen. Von solchen Hochwassern entfiel ein ausgeprägtes in den betrachteten Zeitraum, das zwischen dem 20. und 26. Juni Teile des Donau-, Oder- und Weichselgebietes heimsuchte und besonders grosse Ueberschwemmungen in den grossstädtischen Strassen Krakaus anrichtete.

Diesem Hochwasser lag als meteorologisches Motiv das Vorhandensein einer wahrhaften, wenn auch etwas nach Osten verschobenen Hochwasserdepression über dem südöstlichen Mitteleuropa zu Grunde. An der angegebenen Stelle lag sie vom 18. bis 20. Juni. Ihre Bildung begann schon vom 16. an, so dass am 20. Juni hinreichendes Material vorhanden war, um die genaue Prognose zu stellen. Sie lautete:

„Ich erwarte in diesem östlichen Teile des deutschen Mittelgebirgslandes bis hinauf zum Nordfusse der Alpen und Karpathen schon in allernächster Zeit das Eintreten erheblicher Schwellung der Bäche und Flüsse, die zu ausgedehnter

*) W. Krebs, Das Wetter in der nächsten Woche. „Hamburger Fremdenblatt, Hauptblatt", Nr. 34, Nr. 4.

) Ebenda, Nr. 16. — *) Ebenda, Nr. 22.

Hochwassergefahr besonders im Oder-, Weichsel- und Donaugebiet anwachsen dürfte."*)

Die Prognose traf in voller Schärfe ein, auch in der örtlichen Beschränkung, nur dass sie über die Karpathen hinaus auch in die nordungarischen Komitate Krasso und Zemplin übergriff (Nachricht aus Budapest vom 23. Juni).

Die Bildung dieser eigentlichen Hochwasserdepressionen habe ich aus Interferenz der Druckrinnen einer nordischen und einer südländischen Depression erklärt, die bis dahin auf ihrem Wege aus Westen durch die wetterscheidenden Alpenkämme auseinandergehalten wurden.

Auf solche Interferenzmöglichkeit hin sind seit 1897 eine Reihe guter Hochwasserprognosen der ersten Art veröffentlicht worden**). Gewöhnlich stellten sich die durch Interferenz entstandenen Hochwasserminima nordöstlich der Alpen ein, seltener, in ähnlichem Zusammenhang, nordöstlich der Pyrenäen. In winterlicher Jahreszeit war mitbestimmend das Eintreten nachhaltigen Tauwetters. Die Notwendigkeit des Zusammenwirkens so vieler Faktoren verlieh der Prognose dann aber einige Unsicherheit. So stand es am 11. April, als wieder ein Wochenbericht fällig war. Er nahm Bezug auf westliche Interferenz und schloss die Prognose an:

„Von wärmeren Niederschlägen, die ihr (einer südländischen Depression) zu danken sein dürften, ist für das Binnenland nunmehr nachhaltigeres Tauwetter und weiteres Anschwellen der Flüsse zu erwarten, wenn auch die so lange hingehaltene Hochwassergefahr eine sehr erhebliche Bedeutung nicht erlangen möchte"***).

Die Ernte an Unheil war für diese Prognose nicht eben reichlich: wolkenbruchartige Regen im Schwarzwald am 13., Hochwasser im Riesengebirge am 15., merkwürdigerweise aber auch schweres Hochwasser in Berlin am 14. April. Wenn bei diesem auch die starke Wasserführung der Spree von vornherein mitgewirkt haben mag, so war doch das ausschlaggebende Moment nicht das Tauwetter, sondern ein für Berlin ganz ungewöhnlich schwerer Niederschlag von 67 mm in nicht viel mehr als 5 Stunden, 3 bis 8 Uhr morgens.

Die Wind- und Luftdruckkarte der Seewarte lässt um 8 Uhr desselben Morgens unmittelbar südlich Berlin einen Wirbel erkennen, indem die Windrichtungen an den Stationen Magdeburg, Kassel, Chemnitz, Grünberg und Berlin selbst fast genau anticyklonal liegen. Der Wirbel befindet sich in gerader Linie zwischen der nordöstlichsten Druckrinne eines südländischen Depressionsgebietes und der südöstlichen Ausbuchtung eines nordischen, so dass die Möglichkeit seiner Entstehung durch Interferenz dieser Druckrinnen durchaus begründet erscheint. Diese Interferenz hatte sich aber in einer für Hochwasserdepressionen ungewöhnlichen Gegend, nordöstlich des westdeutschen Mittelgebirgslandes, eingestellt. Dafür besass auch die nordische Depression eine noch gänzlich ozeanische Lage, so dass als ihre Basis thatsächlich das Meeresniveau in Frage kam. Zur örtlichen Verstärkung des die Kondensation fördernden Auftriebes in diesem Wirbel mögen auch die spezifischen Erwärmungsverhältnisse, die sich an einem kühlen Montagmorgen in der grossstädtischen Atmosphäre einzustellen pflegen, nicht wenig beigetragen haben.

---

*) Ebenda, Nr. 144.

**) W. Krebs, Die meteorologischen Ursachen der Hochwasserkatastrophen in den mitteleuropäischen Gebirgsländern. „Aus dem Archiv der deutschen Seewarte". Hamburg 1900. No. 6, S. 6.

***) Ebenda (vgl. Anm. 3) Nr. 86.



Im Wesentlichen war aber die Ursache der schweren Niederschläge die geschilderte Interferenz zwischen einer nordischen und einer südländischen Depression an ungewöhnlicher Stelle, und es ist für die Frage der Prognose besonders wichtig, dass auch in dieser Hinsicht ein ähnlicher Vorgang auch für die vorhergehende Woche berichtet war:

„Die Zugrichtung nach Osten hatte eine tiefe, anscheinend durch Interferenz zwischen einer nord- und einer südländischen erzeugte Depression mit ihrem Minimum über das nördliche Mitteleuropa entlang geführt“ *).

Das erste Halbjahr 1902 hat demnach die an erster Stelle angeführte Art der Hochwasser um eine neue Spielart bereichert. Insofern besitzt gerade das Berliner Hochwasser vom 14. April 1902 ein hervorragendes wissenschaftliches Interesse. In diesem Blick ist auch nicht richtig, wenn behauptet wird, und zwar sogar in einer Familienzeitschrift**), dieses so sehr schadenbringende Hochwasser hätte sich ganz und gar der meteorologischen Voraussicht entzogen. Im Gegenteil war in dem erwähnten Berichte vom 11. April allgemein Prognose auf Hochwasser gestellt. Auch war, wie ausgeführt, der bisherige Gang und die Gesamtlage der Witterung derart, dass eine örtliche Prognose am Tage vorher sehr wohl auf den Gedanken eines solchen Vorgangs hätte führen können.

Diese meteorologische Thätigkeit ist vorhin zwar als ein Leben aus der Hand in den Mund charakterisiert worden. Damit möchte ich sie aber keineswegs herabgesetzt haben. Vielmehr gewährt ein solches, auf eine bescheidene Voraussicht gerichtetes Studium so ausserordentlich viel Anregung, dass es allen der jugendlichen Wissenschaft der Witterungskunde überhaupt geneigten Lesern nur angelegentlich empfohlen werden kann. Enttäuschungen bleiben ja nicht immer aus. Im Anfang sind sie vielmehr recht häufig. Die ganze Thätigkeit hat aber sehr viel gemein mit der aufmerksamen Verfolgung einer physikalischen Versuchsreihe. Auch ohne erhebliche praktische Erfolge im Anfang, bietet sie als bildendes und anregendes Mittel geistiger Unterhaltung eine der besten Einführungen in die meteorologische Wissenschaft, auf deren Popularisierung gegenwärtig mit Recht ein grosser Wert gelegt wird.



Sonne, Mond und Sterne in Märchen und Sagen der Vorzeit.

Von Max Jacobi.

(Schluss.)

Ehe wir uns dem stillen Wächter der Nacht, dem Monde, zuwenden, dürfte es nicht ohne Interesse sein, noch die Bedeutung des göttlichen Tagesgestirns in einigen bekannteren Märchen und Sagen zu erörtern und hierdurch zu einem innigeren Verständnis der Mythen selbst zu gelangen.

Wir erwähnten bereits den solaren Grundkern der Orpheus-Sage, fernerhin kamen wir auch auf die solare Bedeutung des Persephone-Mythus kurz zu sprechen. Nunmehr dürfte auch der altnordische Mythus vom Riesenweib Skadhi genannt werden, welche, in List mit dem Riesen Nioedhr anstatt Baldurs, des Lichtgottes, verheiratet, beschliesst „neun Nächte lang“ — d. h. die neun Wintermonate Nord-Skandinaviens — auf ihrem Gebirgsschloss Thrymheim zu wohnen

*) Ebenda (vergl. Anm. 3) Nr. 86.

**) „Daheim“, Mainummer des Jahrg. 1902.

und die drei Sommermonate bei ihrem Gemahl Nioedhr zu Noatun am Ufer der See zu verbringen*).

Fernerhin erinnern wir uns nunmehr auch zwei der schönsten deutschen Sagen, welche in herrlichen Tonschöpfungen unserem modernen Empfinden zugänglicher gemacht worden sind, der Sage vom heiligen Grâl und vom Lohengrin. „Parcival“ oder „Parsefal“, der Held der Grâlssage, trägt die Züge des germanischen Lichtgottes Baldur. Die Taube, welche bei Empfang des reinen Himmelslichtes auf der Gralsburg eine so gewichtige Rolle spielt, galt schon in alter Zeit als Personifikation der Sonnenstrahlen. Der entkräftete und verwundete Amfortas hat Analogien im entmannten Uranos der hellenischen und dem schwerbedrängten Osiris der ägyptischen Sage, wobei die Rolle des Parcival im hellenischen Mythus Zeus-Kronos vertritt, im ägyptischen der junge Lichtgott Horus. Noch leichter ersichtlich dürfte die Personifikation der Sonne in Lohengrin, dem lichtstrahlenden Ritter sein, der auf einem vom Schwan**) gezogenen Nachen herbeieilt. Elsa von Brabant gleicht in ihrem Schmerze um den verlorenen Gatten der altägyptischen Mondgöttin Isis, welche den Tod ihres Gemahls, des Sonnengottes Râ-Osiris, nicht verwinden kann. — Man berücksichtige auch den althellenischen Dioscuren-Mythus, nach welchem der sterbliche Pollux sechs Monate in der Unterwelt weilen muss, die andere Jahreshälfte aber bei seinem unsterblichen Bruder Kastor auf Erden weilen kann. Der Dioskuren-Sage begegnen wir schon im altindischen Açvin-Mythus.

Nunmehr wenden wir uns zu einem anderen interessanten Problem!

Die ausdörrende Kraft der Sonnenstrahlen musste in den Urvölkern die Empfindung hervorrufen, dass auch schreckenerregende Kräfte der Sonne eigen waren. Lôt's Frau erstarrt beim Rückblick auf die vom Himmelslichte entzündeten Städte Sôdom und Gomorrha zur Salzsäule***), Niobe wird vom Schmerze um ihre durch den Sonnengott Appollon hingerafften Kinder überwältigt und erstarrt zur Felsmasse, die altgermanische Riesenjungfer Hrimgerde, welche an Etzel's Hof zur Verehelichung gelangt, muss zu Fels erstarren, als Etzel in der Morgendämmerung ihr zuruft: „Blicke nach Osten, Hrimgerde!“†)

Wie leicht übrigens der Volksmund auch historische Persönlichkeiten mit dem Schleier solarer Mythen umgiebt, dafür mochten wir neben der biblischen Moses-Gestalt nur Kaiser Rothbart erwähnen, der im Kyffhäuser schläft, solange

---

*) Vergl. u. A.: Hyancinthe Husson: *„La Chaine traditionelle“*, Paris 1874. — L. Rochholtz: „Ohne Schatten, ohne Seele“ in der „Germania“, Jahrg. V. 1860.

**) Der Schwan galt wohl auch der Reinheit seines Gefieders wegen gleichfalls als Personifikation der Sonnenstrahlen. Dürfte jene schöne Sage von dem Gesange des sterbenden Schwanes vielleicht auf gewisse tellurisch-physikalische Erscheinungen zurückgehen, welche bei Sonnenuntergang sich bemerkbar machen — ähnlich den Tönen der Memnons-Säule bei Sonnenaufgang? Ueber den Schwan in der Mythologie handelte nicht uninteressant Paul Cassel.

***) Lôt zeigt übrigens lunaren Charakter, wie sich im ersten Buch Mosis überhaupt viele mythologi-kosmologischen Rätsel finden. Man hüte sich indessen vor jener übertriebenen Spitzfindigkeit Ed. Stuckens (l. c.), welcher am liebsten das ganze „alte Testament“ auf kosmische Vorgänge zurückführen möchte!

†) Fernere Sagen und Studien zum beregten Thema in der *„Revue des traditions populaires“*, Jahrg. 1890 ff. *„Folk-lore“*, Jahrg. 1892 ff.

Kurz erwähnen wir auch noch den solaren Charakter der indogermanischen Tell-Mythen, deren älteste Fassung sich in einem Epos des persischen Dichters Farîd Uddin Attâr (1119/1230) findet. Vergl. fernerhin: A. Réville: *„Histoire des religions“*, Paris 1888/99. W. Robertson Smith: „Die Religion der Semiten“. J. Macdonâld: *„Religion and Mythology“*, 1891. Ueber die Sonne als Apfel vgl. u. a. Mannhardt, „Lettische Sonnenmythen“ in „Zeitschr. für Ethnol.“ Bd. VII.

die Raben der Finsternis den Berg umflattern — also eigentlich derselbe Mythus, den in poetischerer Form das Märchen vom Dornröschen erzählt. Rotblonde Haare dienen allgemein zur mythischen Veranschaulichung der Sonnenstrahlen. So sind der Indra im altindischen Pantheon der Mithra des phrygischen Gottesdienstes und Wodan-Thôr des germanischen Mythus rotblonden Haares. Denselben Haarschmuck zeigen Joseph und Simson*). Diese beiden alttestamentarischen Persönlichkeiten können geradezu als personifizierte Sonnengötter aufgefasst werden — ohne ihre historische Persönlichkeit einzubüssen. So verliert Simson alle Kraft und Gewandheit nach Entfernung seines Haupthaares, der goldblonden Locken — wie die Sonne bei Vernichtung ihrer Strahlen alle Kraft einbüsst.

Bemerkenswert ist die Versinnbildlichung der Sonnenscheibe als Auge des Sonnengottes, welcher dann einäugig zu sein pflegt. So heisst die Sonne im Sanskrit oft: „Auge des Varuna“, im Pantheon des Pharaonenlandes: „Dreieckiges Auge des Osiris“ und bei den alten Germanen ward Wôdan einäugig gedacht. Nunmehr erinnern wir uns auch an die Einäugigkeit der Cyklopen, speziell des Polyphems der Odyssee. Interessant ist der Vergleich zwischen den Mythen Odyssee-Polyphem, David-Goliath und dem kleinen Däumling des deutschen Märchens, welcher mit dem gewaltigen Riesen siegreich kämpft. Die Riesen gelten in allen Sagen als Personifikation des lichtfeindlichen Prinzips**).

Wir berührten schon flüchtig den Mythus vom Schwan als Symbolisierung der Sonnenstrahlen.

Nunmehr lernen wir auch den Grundkern jener altgermanischen Sagen kennen, in welchen badende Walküren ihr Schwanengewand ablegen und hierdurch oft in die Gewalt irdischer Heroen gelangen. Soll doch auf diese Weise Siegfried — eine Nachbildung von Baldur im Gegensatze zu Hagen, einer Nachbildung von Loki — einst sich der Walküre Brunhild bemächtigt haben! Jetzt wird uns auch der sinnige Mythus verständlich, dass Walküren die Seelen der Helden zur Walhalla emportragen; denn diese Walküren — die personifizierten Sonnnenstrahlen — gelten als Kinder und Boten des reinen Himmelslichtes. Als Seelenweg zum Himmel ward oft die Milchstrasse gedacht, mit deren Symbolisierung in Märchen und Sagen wir uns schon jetzt beschäftigen müssen.

Der germanische Glaube nennt die Milchstrasse auch „Hel-weg“, weil auf ihr die nicht rühmlich gefallenen Toten zur Todesgöttin Hel eilen. Aehnlich nennen die Perser die Milchstrasse „Hadšiler-Juli“, „Weg der Pilger“. Als diese „Pilger“ oder „Seelen“ werden oft die Sterne betrachtet. Bei den Angelsachsen hiess die Milchstrasse „Irmingstreet“, während man Urs. mai. „Irmingswagen“ benannte.

Im Norden und Süden der Milchstrasse befinden sich nach Porphyrius zwei Pforten. Durch die Nordpforte gelangen alle Geister auf die Erde, durch die Südpforte, „das Thor des Mondes“, zum Saturn, ihrem eigentlichen Aufenthalt.

Der Mond selbst gilt im Gegensatze zur Sonne als stiller, sanfter Begleiter der Sterne, ohne jeden positiven Einfluss. Der krasse Aberglaube, welcher auch heute noch dem Vollmond und Neumond wichtigen Einfluss auf das Blühen und

*) Man vergl. u. a.: Roskoff, die Simsonsage und der Herakles-Mythus. Leipzig 1860.

**) Es sei kurz auf die Bedeutung des Sonnengottes im Gewitter hingewiesen. Vide Ilias lib. I, βῆ δὲ κατ' Οὐλομποῖο etc W. Schwartz: „Nachklänge prähistor. Volksglaubens im Homer“, Berlin 1894.

Gedeihen · indischer Organismen einräumt, bildete sich erst allmählich aus; der ursprünglichen Mythologie liegt er fern. Zum erstenmale spricht von dem Einfluss der verschiedenen Mondphasen auf die Nil-Ueberschwemmung Plutarch in *„de Js. et Os“* *). An dieser Stelle mag erwähnt sein, dass der heilige Apis-Stier nicht eine Personifikation des Osiris, sondern der Isis, der Mondgöttin, ist**).

Sonne und Mond sind im germanischen Mythus zweifelhaften Geschlechtes, oft geradezu Zwitter. Sol und Mani gelten als Geschwister***). Mani ist vielleicht nur Weiterbildung des Stammgottes aller Germanen, Manus, dem wir schon in der „Germania“ des Tacitus begegnet sind. Ist dieser Vergleich stichhaltig und Manus eigentlich Mondgott, so dürfte ein neuer Beweis dafür gewonnen sein, dass die alten Germanen im Gegensatze zu anderen arischen Völkern ursprünglich den lunaren Gottesdienst pflegten.

Ueber den mythischen Vater der beiden Gestirne und ihren Lauf sagt die Edda:

„Mundilfäri heisst
Des Mondes Vater,
Und so der Sonne.
Sie halten täglich
Am Himmel die Runde
Und bezeichnen die Zeiten des Jahres!“

In einem assyrischen Hymnus an Nuska, den Mondgott, heisst es:

„Nusku, grosser Meister, du glänzendes Licht, welches die Nacht erleuchtet!“ —

Bei seiner nächtlichen Wanderung musste der Mond den Gefahren der Finsternis, den lichtfeindlichen Dämonen, besonders stark ausgesetzt erscheinen, und seine Kämpfe mit den Riesen bilden den Grundkern vieler Mythen und Sagen der Vorzeit. Im phrygisch-persischen Gottesdienst erscheint der Mond als Hüter jenes Weges durch die sieben Planeten, welcher die „Leiter des Mithra“ genannt wurde †).

Wir gehen nunmehr zu den Planeten selbst über und erwähnen nur kurz ihre Symbolisierung im altägyptischen Pantheon — einmal, weil sich dieselben Grundideen auch in den Mythen der anderen antiken Kulturvölker wiederfinden, sodann aber, weil die Symbolik der Planeten im Pharaonenlande bei ihrer astrologischen Bedeutung eine weite Ausbildung erfahren hat. Jeder Planet regierte einen bestimmten Himmelsbezirk. So hiess ♃ = „Stern des Südens“, ♄ = „Stern des Westens“ (wohl als Symbol der Finsternis, des Vergehens“, Mars ♂ „Stern des Ostens“. In den ältesten Texten wird ♂ dementsprechend dem Helios geweiht, fernerhin ☿ dem Set (Typhon), ♀ der Venus (Nut, Netpe?), dagegen ♄ dem Lichtgotte Horus. Späterhin dient ♄ nur zur astralen Personifikation des bösen Dämons Set. Daneben finden sich in mystisch-astrologischen Texten der Neuplatoniker noch eigene Benennungen für ♃ und ♄. Ersterer heisst Osiris, letzterer Nemesis. Die Planeten wurden im Pharaonenlande ihres lebhaften Glanzes wegen oft als Sonnen aufgefasst. Bekannt ist die babylonische Art der Ver-

*) *Vide* Plut. *de Is.* c. 43: *Οἴονται δὲ πρὸς τὰ φῶτα τῆς σελήνης ἔχειν τινὰ λόγον τοῦ Νεἰλου τὰς ἀναβάσεις.*

**) So u. a. Suidas vom Apis: *τοῦτον Αἰγύπτιοι σελήνῃ τιμῶσι, καὶ ἱερὸς ἦν ὅδε ὁ βοῦς τῆς σελήνης.*

***) Für Mondsagen auch einzusehen: *„Archivo per lo studio delle tradizioni populari“*, Palermo, Jahrg. 1892 ff.

†) Die Sonnen- und Mondfinsternisse in den Mythen der Vorzeit gedenken wir abgesondert zu behandeln.

quickung des Planetenglanzes mit dem Aussehen irdischer Metalle. So war dem Mars das Eisen, dem Saturn das Blei geweiht.

Wir haben über die mythologische Bedeutung des Orion-Gestirns, sowie über die geradezu „internationale" Bedeutung der Pleiaden bereits gehandelt, und möchten nur nachtragen, dass letzteres Gestirn im Babylonischen als „die sieben Söhne des bösen Dämons Ana" verehrt wurde — woraus sich eben der Glaube an eine „böse Sieben" entwickelt hat. Interessant ist die Stelle im Buch Hiob (38, 39 ff.): „Kannst du die Bande der Kinuh oder die Fesseln des Kesil lösen, so kannst du herausführen die Mazzarôth zu seiner Zeit und die a'gish samt ihren Jungen." Lange hat man der tieferen Bedeutung dieses rätselhaften Passus' vergeblich nachgeforscht. 'Erst Hommel fand eine günstige Lösung.

Kinuh sind die Pleiaden, Kesil ist der Orion, a'gish mit den Jungen ist das Sternbild Urs. Mai, und endlich Mazzarôth ist die freie babylonische Bezeichnung für die Sonnenscheibe. Es handelt sich somit um eine mythische Erklärung des scheinbaren Gestirnlaufes.

Auch die Himmelssphären spielen in den Mythen eine gewichtige Rolle — und zwar nicht nur in den Mythen der Indogermanen und Semiten, sondern selbst in denjenigen der alten Mexikaner*).

Es dürfte nicht ohne Belang sein, die mythologischen Anschauungen dieses alten Kulturvolkes über den Sphärenhimmel näher anzuführen. Die unterste Sphäre ward in Alt-Mexiko „Luft" benannt, im Gegensatze hierzu die 12 oberen der „Himmel". Sonne und Mond bewegen sich in der Luft und steigen nicht bis zum Himmel empor. Auf der ersten Sphäre sitzt der Sternenherr Citlallatonac und seine Gemahlin Citlalicue. Auf der zweiten Sphäre haust der Dämon der Finsternis, während auf der dritten der Aufenthalt der 400 Götter sich befindet. Die vierte Sphäre beherbergt die Vögel und Seelen gefallener Helden, die fünfte Sphäre ist Ausgangspunkt der Kometen etc., die zwölfte Sphäre endlich ist der Sitz des höchsten Gottes Tonacatecutli und seiner Gemahlin.

Man ersieht, dass die alten Mexikaner vor der Berührung mit den Europäern bereits in ihren kosmologischen Mythen sich über den Standpunkt eines Naturvolkes weit erhoben. Bemerkenswert ist in ihrer Legende die Zusammenstellung von Vögeln und gefallenen Helden, der wir auch in einigen arischen Legenden begegnen. — —

An letzter Stelle wollen wir nicht unterlassen, auf die wichtige Bedeutung der Sternschnuppen, Meteore und Kometen im Völkerglauben hinzuweisen; wenn die Ilias uns von dem „funkensprühenden Laufe der Athene" unterrichtet, wenn andererseits Hephaest auf der Insel Lemnos niederfällt, als ihn Hera gleich nach der Geburt seiner Hässlichkeit wegen vom Olymp herabschleudert, so finden wir eine gerechte Erklärung dieser poëtischen Ausdrucksweise in dem Phänomen der Sternschnuppen und Meteorite. Die Sternschnuppen finden sich in Märchen und Sagen der verschiedensten Völker als Drachen verkörpert, welche durch die Luft dahineilen und stets Schaden anstiften, wo sie zur Erde stürzen. In einigen Legenden Deutschlands gelten sie auch als Exkrement böser Dämonen, noch häufiger als Thränen des Mondes oder heidnischer Götter, hin und wieder auch einzelner Heiliger. So ist der Perseiden-Schwarm als „Thränen des heiligen Laurentius" bekannt. Vom Himmel gefallene Steine — Meteorite — erfreuten

*) Vergl. u. a.: Eduard Seler: „Religion und Kultus der alten Mexikaner" im „Ausland", 1891. Fr. Spiegel: „Zur vergleichenden Religionsgeschichte" im „Ausland", 1872.



sich stets einer grossen Verehrung. Sie galten oft nicht nur als Zeichen der Himmlischen, sondern geradezu als letztere selbst. Man erinnere sich z. B., dass der grosse Stein in der Kaaba — das höchste religiöse Heiligtum der Muhamedaner — meteorartige Beschaffenheit verrät. Die Kometen endlich galten als furchtbare Drachen und als Sendlinge böser Dämonen, welche „Krankheit, Verfolgung, Betrübnis und Pein“ herbeiführten.

So lassen sich aus den kindlichen Anschauungen der Volksseele auch nutzbare Früchte für jedweden Naturfreund ziehen, welcher den Einfluss kosmologischer Erscheinungen auf Glaube und Sitte aufmerksamen Blickes verfolgt.

Ohne jede überflüssige mystisch-fantastische Erörterung über den Wert oder Unwert dieser ethisch-kosmologischen Forschung sind wir nunmehr befähigt, uns in die oft naiven, aber auch naturfrischen Ansichten des gemeinen Volkes über die Gestirne leicht hineinzufinden.

„Die Sterne, die begehrt man nicht,
Man freut sich ihrer Pracht!“ (Goethe.)



Die Perseidensternschnuppen, die sogenannten „Thränen des heiligen Laurentius“, werden in diesem Jahre unter günstigen Umständen in der Zeit vom 8.—12. August zu beobachten sein. Der Mond ist am 8. August in Berlin bereits um $9^1/_2$ Uhr abends unter dem Horizont, am 10. August um $10^1/_2$, am 12. August um $11^1/_2$ Uhr abends, so dass nach Mitternacht an keinem Abend die Erscheinungen der Sternschnuppen durch das Mondlicht beeinträchtigt werden. Der Ausstrahlungspunkt dieses Schwarmes liegt in der Nähe von γ Persei und hat bei Beginn der Beobachtung um 9 Uhr abends bereits eine Höhe von etwa 18 Grad über dem Horizont erreicht, steigt im Laufe der Nacht immer höher und geht am frühen Morgen durch den Scheitelpunkt. Man beachte daher hauptsächlich den Osthimmel*). Wegen Nichtstörens des Mondes eignet sich der diesjährige Schwarm besonders zum Photographieren**). F. S. Archenhold.

* * *

Landgraf Wilhelm von Hessen und Ritter Hans von Schweinichen. Im Anschlusse an die interessanten Mitteilungen des Herrn Albrecht in den letzten Nummern dieser Zeitschrift möchten wir uns erlauben, eine scherzhafte Episode aus dem bereits dort (Heft 20, Seite 252) in einer Anmerkung berührten merkwürdigen Memoirenwerke, der Lebensbeschreibung des Ritters Hans von Schweinichen, hier wörtlich wiederzugeben***).

„Von dannen waren I. F. G. †) wiederum auf und zogen bis gen Treysa, waren 5 Meilen, allda lagen I. F. G. zwei Tage stille, denn Landgraf Wilhelm lag zu Ziegenhain in der Festung und er liess Niemanden zu sich. Es liessen sich aber I. F. G. schriftlichen angeben. Darauf schicket der Landgraf I. F. G. mit 6 Pferden das Geleite. Zogen also bis gen Ziegenhain, welches $1^1/_2$ Meilen war, mussten zwo Stunden, ungeacht dass das Geleite bei uns war, vor dem Thor der Festung halten, ehe I. F. G. 'neingelassen wurden. Es waren aber I. F. G. ziemlichen gern dem Ansehen nach gesehen. Wie nun I. F. G. auf den Abend mit dem Landgraf zu Tafel sitzen, der Landgraf aber wollt Alles wissen und sah auch nicht wohl††) und dabei auch ein wunderlicher Herr und Stern-

*) Die Plattform der Treptow-Sternwarte steht für die Beobachtung der Sternschnuppen während dieser Nächte zur Verfügung. Ueber die Bedeutung solcher Beobachtungen vergl. W. Foerster: „Die Meteorwelt“ Jahrg. I, S. 119.

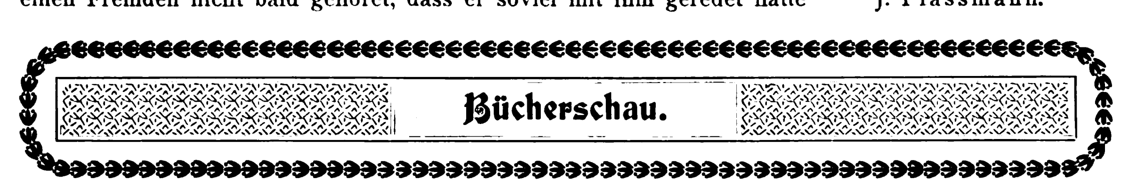
**) Anweisungen hierzu finden unsere Leser in dem Artikel des Herausgebers: „Das Photographieren der Sternschnuppen“, Jahrg. I, S. 25.

***) Wir benutzen die Ausgabe von Hermann Oesterley, Breslau 1878, Verlag von Wilhelm Koebner.

†) Ihro Fürstliche Gnaden.

††) Kurzsichtig war, wie E. v. Wolzogen wohl mit Recht übersetzt. (In seinem Auszuge aus den Schweinichen'schen Denkwürdigkeiten, Leipzig, A. Unflad.)

gucker. Nun fähet über Tische der Landgraf an und erzählet einen Fall, der ihm vor wenig Jahren begegnet wär, nämlichen, dass einer seinen Kammerjunkern in der Festung entleibet hätte, und saget, wenn er ihn bekommen möcht, wie wunderlich er mit ihm umgehen wollt. Darauf ward dem Landgrafen nichts geantwortet. Bald darauf fraget der Landgraf meinen Herrn, was sie vor Diener mit sich hätten und wie sie hiessen, und weiset sonderlich auf mich (weil ich I. F. G. vor den Trank stund): „Wie heisst der Lange?“ Der Herzog sprach: „Ew. Liebden, es ist ein Schlesier.“ „Wie heisst er, wie heisst er?“ Mein Herr sagt: „Es ist ein Schweinichen.“ „Wie“, sagt der Landgraf, „Schweinichen?“ „Ja, Ew. Liebden.“ Darauf fing der Landgraf an: „Es ist ein gut Mann ich kenne sein Geschlecht.“ Bald saget der Landgraf zu mir: „Das gilt dir, ist's nicht wahr, du bist ein gut Mann?“ Wie sollt ich anders von mir selbst, als Ja sagen? Darauf sagte der Landgraf: „Solche Leute habe ich lieb, die gradezu sagen. Ich habe sonsten auch einen Schlesier am Hofe, einen Bock, so wird nun der Bock und die Sau zusammenkommen“; macht sich also lustig mit und saget: „Marschall, lass ihm Essen und Trinken genug geben und was er fordern werde.“ Bekam also ein gnädigen Herrn und wusste nicht wie, dass sich der Marschall selbst darüber verwunderte und saget, er hätte gegen einen Fremden nicht bald gehöret, dass er soviel mit ihm geredet hätte“ J. Plassmann.



C. V. L. Charlier, Utgräfningarna af Tycho Brahes Observatorier på ön Hven sommaren 1901 (Ausgrabungen von Tycho Brahes Sternwarten auf der Insel Hven im Sommer 1901). Lund 1901. E. Malmströms boktryckeri. Gr. 4⁰, 20 S.

Die vorliegende Abhandlung, welche als Festschrift der Königlichen physiographischen Gesellschaft zu Lund aus Anlass des 300. Jahrestages von Tycho Brahes Tod verfasst ist, schildert die Ergebnisse der neuesten Ausgrabungen der Uranienburg und Sternenburg. Von besonderem Interesse sind zunächst die Ausführungen des Herrn Verfassers über die Vornahme der Ausgrabungsarbeiten. Danach haben schon die Ausgrabungen, welche Ekdahl in den Jahren 1823 und 1824 vornahm, im wesentlichen dieselben Reste der Sternwarten zu Tage gefördert, die wir heute vor uns sehen (vergl. Weltall, Jahrg. II, Heft 1 und 2). Noch d'Arrest hatte im Jahre 1868 (vergl. Astron. Nachr. No. 1718) die Ruinen in diesem Zustande vorgefunden. Späterhin wurde aber die Erhaltung der Ruinen so vernachlässigt, dass, als im Sommer 1900 der Herr Verfasser mit dem Herrn Reichsantiquar von Schweden, Hildebrand, die Insel Hven besuchte, sie die Ruinen zum grossen Teil wieder verschüttet fanden; in der Sternenburg deuteten nur noch 2 mit Gras bewachsene Gruben die Lage der beiden grössten Krypten an. Infolgedessen beschloss Herr Reichsantiquar Hildebrand neue Ausgrabungen vornehmen zu lassen und übertrug die Ausführung der Arbeiten Herrn Betsholz auf Hven. Die Ausgrabungen fanden nun im Sommer 1901 unter der Leitung des Herrn Verfassers statt, der zu diesem Zwecke mehrmals die Insel Hven besuchte. Es fand auch eine genaue Vermessung der Ruinen durch den Stadtarchitekten in Landskrona, Herrn F. Sundbärg und seinen Assistenten Herrn E. F. Larsson, statt. Eine verkleinerte Wiedergabe der aufgenommenen Pläne von der Uranienburg und Sternenburg, sowie des im Norden der Uranienburg aufgedeckten Kellers nebst vielen Durchschnitten, sind der Abhandlung beigegeben. Die genaue und bis in die kleinsten Einzelheiten gehende Ausführung der Pläne gewährt ein anschauliches Bild von dem jetzigen Zustand der Ruinen Der Herr Verfasser giebt in seiner Abhandlung zunächst die tychonische Beschreibung der Sternwarten in Uebersetzung wieder nebst den Abbildungen von der Ansicht der Uranienburg mit den Wällen und den Grund- und Aufrissen der Uranienburg und Sternenburg, die sich in den Werken Tycho Brahes befinden; ebenso sind den Beschreibungen der Instrumente die Abbildungen derselben aus der Instaur. Mech. beigefügt. Im Anschluss hieran findet sich eine ausführliche Schilderung des jetzigen Zustandes der Ruinen.

Von besonderem Interesse sind die Ausführungen des Herrn Verfassers über die von ihm auf Grund Ausmessungen der Ruinen ermittelte Grösse der tychonischen Längenmasse, des Fusses und des *cubitus*. Es ist hier nicht der Ort, in eine ausführliche Erörterung der Frage nach den tychonischen Längenmassen einzutreten. Doch mag bezüglich der Messungen, welche der Herr Verfasser der von ihm ermittelten Länge der von Tycho Brahe gebrauchten Masse zu Grunde legt, folgendes erwähnt werden: Die Länge des Fusses leitet der Herr Verfasser aus der Angabe Tycho Brahes ab, nach welcher die Seitenlänge der quadratischen Grundfläche der Uranienburg 60 Fuss betrug. Die Ausmessung der Ruinen ergab nun die Länge der östlichen Seite des Quadrats zu

1445 cm, die des Durchschnittes des Quadrats von Ost nach West zu 1430 cm. Hiernach berechnet er die Länge des tychonischen Fusses zu 23,8 cm. Es kann zweifelhaft erscheinen, ob auf Grund der Lage der Mauern im Kellergeschoss ein sicherer Schluss auf die Ausdehnung des Gebäudes im Erdgeschoss, welches Tycho bei seiner Angabe im Auge hat, gemacht werden kann, zumal die aufgedeckte Westmauer des Kellergeschosses mit den beiden festen Eckpfeilern eine bedeutend grössere Länge, nämlich nach dem Plane etwa 1650 cm, aufweist und nicht genau festgestellt werden kann, inwieweit die beiden Eckpfeiler noch zur Länge der Mauer gerechnet werden müssen. Es fragt sich daher, ob sich nicht die übrigen Längenangaben Tychos bezüglich der Ausdehnung der Uranienburg zu einer Bestimmung des Fusses verwenden lassen. So erwähnt Tycho Brahe (Epist. S. 261) die Länge des Durchmessers der beiden Türme, welche im Norden und Süden an das Hauptgebäude der Uranienburg angefügt waren. Dieser Durchmesser betrug 22 Fuss. Der Grundriss des Nordturmes ist noch in den Ruinen teilweise zu erkennen. Nach dem Plane beträgt der Durchmesser des Turmes etwa 5,90 m. (Der Herr Verfasser giebt S. 8 rund 6 m an.) Hieraus folgt die Länge des Fusses zu 26,8 cm, also um 3 cm grösser als der aus der ersten Messung ermittelte Wert. (Auffällig ist, wie hier gleich bemerkt werden mag, dass auf dem Plane die kreisförmige Mauer, welche ohne Zweifel als ein Rest der Umfassungsmauer des Turmes aufzufassen ist, nur etwa zu $^1/_4$ des ganzen Umkreises als vorhanden gezeichnet ist, während, soviel ich im Jahre 1901 beobachtete, dieser Mauerring noch zum weitaus grössten Teil erhalten ist.) D'Arrest hatte seinerzeit für die Länge des Fusses aus der Ausdehnung der die Uranienburg umgebenden Wälle den Wert von 25.25 cm gefunden. Picard giebt diesen Wert in „Voyage d'Uranibourg“ zu 31,6 cm an, bestimmte ihn aber nach eigenen Messungen des grossen, durch den Brand im Jahre 1728 leider vernichteten tychonischen Globus zu angenähert $^{13}/_{17}$ Par. Fuss = 24.84 cm, welche Länge sich am besten der 1868 von d'Arrest ermittelten anpasst. (Vergl. Astron. Nachr. No. 1718.) Bei diesen grossen Differenzen zwischen dem Ergebnis, welches der Herr Verfasser aus seinen Messungen findet und den auf andere Weise ermittelten Werten, sowie bei der Unsicherheit, welche den vorliegenden Messungsergebnissen anhaftet, darf man wohl sagen, dass die Frage nach der Länge des tychonischen Fusses auch durch die Untersuchungen des Herrn Verfassers noch nicht als endgültig gelöst betrachtet werden kann. Sucht man die Länge des tychonischen Fusses nach den Ausmessungen der Ruinen der Uranienburg zu bestimmen, so würde es meines Erachtens vielleicht zweckdienlich sein, wenn der äussere Mauerring des nördlichen Turmes der Uranienburg, der wohl noch im Gelände verdeckt liegt, ausgegraben würde. Nach der Angabe Tycho Brahes a. a. O. soll dieser Mauerring einen Durchmesser von 32 Fuss haben. Ob der an der Südseite der Uranienburg freigelegte kreisförmige Mauerrest als der entsprechende äussere Mauerring des Südturmes aufgefasst werden kann, erscheint mir fraglich, da der Durchmesser dieses Mauerrestes gut 12 m beträgt, also bedeutend grösser ist, als nach Tychos Angabe zu erwarten wäre. In diesem Falle würde der tychonische Fuss eine Länge von 38 cm ergeben.

Die Länge des tychonischen *cubitus* findet der Herr Verfasser, wie auch d'Arrest, aus den Grössenverhältnissen der besterhaltensten Krypte der Sternenburg (auf dem Plane Tycho Brahes mit *F* bezeichnet), und zwar aus dem Durchmesser der obersten der 4 kreisförmigen Stufen. Der Herr Verfasser nimmt nach einer Kontrollmessung des Herrn Betsholz die Länge dieses Durchmessers zu 354 cm an (Anm. 1, S. 16), während die ursprüngliche Messung, die auch den Angaben im Text zu Grunde gelegt ist, 345 cm ergeben hatte; hiernach beträgt die Länge des *cubitus* 39.3 (bezw. 38.3) cm. D'Arrest hatte dieselbe Grösse zu 368 cm gemessen und hiernach die Länge des *cubitus* zu 40,9 cm bestimmt. Diese Differenzen rühren, abgesehen von Ungenauigkeiten in der Messung selbst, vielleicht davon her, dass der Durchmesser der Krypte nicht mehr an allen Teilen genau der gleiche ist, da die Steine an den verschiedenen Stellen mehr oder weniger beschädigt sind, auch die Bekleidung nur an einzelnen Stellen erhalten ist. Ob und inwieweit diese Umstände bei der Ausmessung der Krypte in Betracht gezogen sind, und ob sich die gefundene Länge von 354 cm als das Mittel aus einer grösseren Reihe von Messungen darstellt, ist in der Abhandlung nicht angegeben, sodass man keine Anhaltspunkte dafür hat, welcher Wert, der von dem Herrn Verfasser oder der von d'Arrest ermittelte, als der richtigere anzusehen ist.

In seinem Schlusswort weist der Herr Verfasser darauf hin, dass die freigelegten Ruinen der Sternenburg im Verein mit den tychonischen Angaben ein sehr genaues Bild der unterirdischen Sternwarte geben und sich diese daher unschwer wiederherstellen liesse. Ein solcher Wiederaufbau der Sternenburg würde auch den noch erhaltenen Resten einen wirklichen und würdigen Schutz gewähren. Im Interesse der Erhaltung der Ruinen wäre eine Verwirklichung dieses Planes nur zu wünschen.

F. Albrecht.

* * *

N. C. Dunér, Tal vid k. vetenskaps-akademiens minnesfest den 24. oktober 1901 trehundraårsdagen af Tycho Brahes död. (Rede in der Kgl. Akademie der Wissenschaften: Feier zur Erinnerung an den 300. Jahrestag von Tycho Brahes Tod.) Stockholm. Kungl. boktryckeriet P. A. Norstedt & söner. 1901. 8⁰. 35 S.

Nach einer kurzen historischen Einleitung giebt der Herr Verfasser einen Lebensabriss des grossen Dänen und schildert in gedrängter, aber erschöpfender Weise die wissenschaftlichen Arbeiten Tycho Brahes und die Fortschritte, welche die Astronomie seinem Wirken verdankt. Auch das tychonische Weltsystem, das seinen Schöpfer allerdings nicht überlebte, findet im Zusammenhange mit dem ptolemäischen und kopernikanischen hier seine eingehende Würdigung. Bei der Schilderung der Sternwarten auf der Insel Hven giebt der Herr Verfasser eine ausführliche Darstellung der Konstruktion der tychonischen Instrumente; hierbei weist er besonders auf die sinnreiche Einrichtung der Visiere hin, die in Verbindung mit den von Tycho Brahe bei astronomischen Instrumenten zuerst angewandten Transversalen diesen in den Stand setzten, die Genauigkeit der Beobachtung bis auf 10″ zu steigern. Diese Genauigkeit ist wohl die äusserste Grenze, die durch Beobachtung ohne Fernrohr erreicht werden kann. Allerdings gehört hierzu ein Beobachter, wie Tycho Brahe es war, der in dieser Beziehung, wie der Herr Verfasser mit Recht bemerkt, einem Bessel an die Seite gesetzt werden kann.

F. Albrecht.

* * *

K. Schwier, Deutscher Photographen-Kalender. Taschenbuch und Almanach für 1902. 21. Jahrgang. In zwei Teilen. Mit einem Eisenbahnkärtchen von Deutschland und zwei Kunstbeilagen. Verlag der Deutschen Photographen-Zeitung, Weimar. Preis 2 M. Teil I (320 S.), 1 M. Teil II (399 S.)

Wie alljährlich erschien auch diesmal der von dem Vorsitzenden des Deutschen Photographen-Vereins und Redakteur der Deutschen Photographischen Zeitung, Herrn K. Schwier, herausgegebene Kalender pünktlich vor Jahresbeginn. Der Kalender enthält in seinem ersten Teil ausser dem üblichen Kalendarium und Notizblättern alle Formeln und Rezepte, welche für jeden, der auf dem Gebiete der Photographie thätig ist, unentbehrlich sind. Das reiche statistische Material, welches dargeboten wird, ist in seiner Art einzig. Zwei sehr schöne Beilagen, von denen eine die erste Veröffentlichung eines neuen Verfahrens darstellt, ziert den zweiten Teil des Kalenders. Dieses Verfahren gestattet, Clichés gleichzeitig mit der Schrift auf der Buchdruckpresse zu drucken und wird von der Bisson-Gesellschaft in Berlin ausgeführt. Der zweite Teil enthält auch ein vollständiges Verzeichnis aller deutschen photographischen Fach- und Amateur-Vereine mit Adressenangabe aller Vorstände und der einzelnen Mitglieder. Der Kalender für 1903 wird wieder vor Beginn des neuen Jahres erscheinen und ist zu erwarten, dass der Deutsche Photographen-Kalender in Anerkennung der geschickten und mühevollen Arbeit seines verdienstvollen Herausgebers immer mehr Freunde gewinnen wird.

F. S. Archenhold.

* * *

Ed. Liesegang, Photographischer Almanach 1902. 22. Jahrgang. Mit Kunstbeilagen und Text-Illustrationen. Verlag Ed. Liesegang (Rud. Helm) Leipzig. Preis 1 M. (175 S.)

In diesem Almanach befindet sich eine interessante Zusammenstellung der photographischen Gedenktage und eine grosse Zahl von kleinen Mitteilungen bekannter Fach- und Amateur-Photographen. So lässt sich Herr Dr. R. Neuhauss, von dem ein wohlgelungenes Bildnis beigegeben ist, über direkte Farbenphotographie aus. Demselben ist es gelungen, nicht durch Interferenzfarben wie bei dem Lippmann'schen Verfahren, sondern die Farben ohne weiteres durch ein präpariertes Papier, welches ungefähr die Empfindlichkeit von Albuminblättern hat, wiederzugeben. Auch sind diese Bilder fixierbar, jedoch müssen noch weitere Versuche angestellt werden, um die Lichtempfindlichkeit des Präparates zu erhöhen, damit noch kurze Kameraaufnahmen möglich werden. Herr Dr. Hesekiel berichtet über Photographien in natürlichen Farben, welche aus drei einzelnen Bildern, die mit Rot-, Grün- und Blaufilter aufgenommen werden, zusammengesetzt werden. Diese Aufnahmen können, wie bei dem Ives'schen Verfahren, in ungefärbtem Zustande durch Chromoskope*) optisch, oder wie bei Selle, Lumière u. A. durch Färbung ihrer Schicht und directe Aufeinanderlegung zu einem farbigen Bilde vereinigt werden. Ernst Ruhmer beschreibt sein Photographophon und Stanhope Eyre berichtet über Blitz-Aufnahmen. R. Etzold giebt Auskunft über die Messung kleiner Zeitteile. Die anderen zahlreichen Mitteilungen behandeln spezielle technische und chemische Fragen der Photographie.

F. S. Archenhold.

*) Im Astron. Museum der Treptow-Sternwarte ist ein solches Chromoskop als Geschenk des „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte“ ausgestellt.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 23. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1902 September 1.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Stand der heutigen Kenntnisse vom Uranus.

Von Alfred Arendt.

Bei seiner grossen Entfernung von Sonne und Erde ist Uranus nächst Neptun der am seltensten beobachtete und daher unbekannteste unter den grossen Planeten, zumal seine Existenz seit nicht viel mehr denn hundert Jahren bekannt ist. Und es liegt in der Natur der Sache, dass besonders in astrophysikalischer Hinsicht noch nicht sehr viel über ihn in Erfahrung gebracht werden konnte; nichtsdestoweniger kennen wir die für die Astromechanik wichtigen Daten mit genügender Schärfe.

Am 13. März 1781 entdeckte der damalige Musiker und Liebhaberastronom Wilhelm Herschel zu Bath in England mit einem von ihm selbst verfertigten Spiegelteleskope von 84 Zoll Brennweite und 227 facher Vergrösserung in den Zwillingen eine kleine Kreisscheibe, die er für einen schweiflosen Kometen hielt, zumal sein schlecht definierendes Instrument sie bei 460 bis 932 facher Vergrösserung mit abblassenden Rändern zeigte. Da sich aber die in Frankreich berechnete Bahn nur mit einer kreisförmigen Ellipse vereinigen liess, weil eine parabolische oder langelliptische Kurve der Beobachtung und Rechnung nicht zugrunde gelegt werden konnte, so erkannte man, dass man einen neuen Planeten gefunden hatte, der der äusserste aller damals bekannten war. Da es zum ersten Male geschah, dass zu den seit uralten Zeiten bekannten Planeten ein neuer gefunden wurde, so machte die Entdeckung viel Aufsehen; Herschel wurde mit einem Schlage ein berühmter Mann und erhielt vom Könige die Stelle eines Hofastronomen in Slough. Die zunächst vorgeschlagenen Namen für den Planeten wurden verworfen, er wurde vielmehr Uranus benannt und erhielt das Zeichen ♅.

Bahnelemente. In der Folgezeit bestimmte man, besonders in Frankreich, die Bahn des Planeten so genau, dass aus ihren Störungen später Leverrier und Adams die ungefähre Stellung des neuen Planeten Neptun ermitteln konnten.



Naturgemäss sind mit der Zeit diese Elemente mit nur geringer Unsicherheit festgestellt worden. Die mittlere Länge am 1. Januar 1850, mittlerer Mittag zu Greenwich, betrug 29° 13′, die Länge des Perihels 170° 39′, die Länge des aufsteigenden Knotens 73° 15′. Die halbe grosse Achse der Ellipse misst 19,1833 in Einheiten der halben grossen Achse der Erdbahn, d. h. 2850 Millionen Kilometer, die numerische Exzentrizität 0,0463. Die Neigung der Bahnebene zur Ekliptik beträgt 0° 46′ 20″. Die Umlaufszeit bestimmte man zu 30 688,390 Tagen, d. i. 84 Jahren 7 Tagen; halbe grosse Achse wie Umlaufszeit sind bis auf 5 Stellen sicher. Die mittlere tägliche siderische Bewegung beträgt demgemäss 42″.

Die Exzentrizität seiner Bahnellipse ist ziemlich beträchtlich. Daher schwankt sein Abstand von der Sonne zwischen 2980 und 2717 Millionen Kilometer. Der Erde nähert er sich auf 2570 Millionen Kilometer und entfernt sich bis auf 3130 Millionen Kilometer.

Seine Bahn hat eine nur geringe Neigung zur Ekliptik, und da er selbst der Erde nie erheblich näher als der Sonne kommt, so steht er am gestirnten Himmel stets dicht an der Ekliptik. Seine Umlaufszeit ist nur in der Zahl der Tage ganz sicher, was bei ihrer Länge nicht zu verwundern ist. Er bewegt sich auf seiner Bahn pro Sekunde 6,7 km weiter.

Uranus als planetarischer Körper. Während die Bahn des Uranus wegen ihres grossen scheinbaren Umfanges relativ genau bestimmt ist, kann man ein Gleiches von den Daten des Planetenkörpers und seiner Monde nicht sagen. Den scheinbaren mittleren Durchmesser des Uranus bestimmte Mädler zu 4″,33, Schiaparelli zu 3″,9, Seeliger zu 3″,823 bis 3″,915, See zu 3″,30. Er dürfte demgemäss zu 3″,5 ± 0″,3 anzunehmen sein. Der wahre Durchmesser beträgt sonach 45 000 km. Die Scheibe des Uranus wird in der Opposition bis auf etwa 3″,9 vergrössert, in der Konjunktion bis auf 3″,2 verkleinert.

Seine Oberfläche gleicht also 13 Erdoberflächen an Grösse, sein Volumen ist etwa 45,5 mal so gross als das der Erde. Seine Masse beträgt etwa $^1/_{22600}$ der Sonnenmasse. Da seine Masse hiernach $14^1/_2$ mal grösser als die der Erde ist, so beträgt seine Dichte $^{14}/_{46}$ von der der Erde, d. i. 0,30 der Erddichte. Die Dichte der Erde ist 5,60, die des Uranus also 1,68. Die bisher geläufige auf den Durchmesserwert von 55 000 km beruhende Zahl der Dichte 1,10 ist entschieden zu niedrig. Die Dichtigkeit des Uranus ist also ein beträchtliches grösser als die des Wassers und übertrifft die des Jupiter ein wenig, die des Saturn aber um mehr als das Doppelte.

Die Gestalt des Planeten ist deshalb nicht ganz sicher bekannt, weil man die Lage seiner Rotationsaxe nicht kennt; eine Abplattung ist sicher konstatiert worden. Mädler schätzte sie zu $^1/_{10}$, Schiaparelli und andere massen sie zu $^1/_{13}$, See zu $^1/_{11}$. Offenbar muss sich die scheinbare Abplattung seiner Scheibe bei der vermutlichen grossen Neigung der Axe sehr veränderlich zeigen. So viel ist also sicher, dass die wahre Abplattung mindestens $^1/_{11}$ beträgt.

Die Bahnebenen der 4 Trabanten, die den Planeten begleiten, stehen auf der Ebene der Uranusbahn nahezu senkrecht. Man wollte zu Anfang des 19. Jahrhunderts 6, ja 8 gesehen haben, doch ist das sicher ein Irrtum gewesen. Diese 4 Monde sind recht lichtschwach und können nur von den stärksten Instrumenten gezeigt werden. Sie haben nach photometrischen Schätzungen etwa 1000 km Durchmesser. Ihre Umlaufszeiten sind folgende: 1. $2^d\ 12^1/_2{}^h$,

2. $4^d 3\frac{1}{2}^h$, 3. $8^d 16\frac{3}{4}^h$, 4. $13^d 11^h$; ihre Entfernungen vom Centrum schwanken zwischen 194 000 und 593 000 km.

Uranus und seine Trabanten erhalten 370 mal so wenig Licht und Wärme von der Sonne als die Erde; das Licht braucht $2\frac{1}{2}$ Stunde, um von der Sonne zu ihm zu gelangen. Daher ist Uranus lichtschwach und für gewöhnlich dem blossen Auge unsichtbar, denn er wird nicht heller als ein Stern 5. bis 6. Grösse. Doch kann er in dunklen Nächten zur Zeit der Opposition von jedem normalen Auge erkannt werden.

Astrophysikalische Resultate. Bis in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts hatte man noch keinerlei Kenntnisse über die Beschaffenheit und die astrophysischen Eigenschaften des Uranus. Das wurde nach der Entdeckung der Spektralanalyse besser. Es ist erklärlich, dass man vermittelst des Spektroskopes früher Resultate erzielen konnte durch Zerlegung und physikalische Untersuchung des uns von ihm zugesandten Lichtes, bevor man an eine topographische Untersuchung mit dem Fernrohr gehen konnte; denn für dieses war die Planetenscheibe vor der Hand noch zu klein und zu lichtschwach. Man untersuchte das Spektrum des Uranus, und in dieser Hinsicht ist zunächst Angelo Secchi's Beobachtung bemerkenswert. Das Spektrum zeigte nach Secchi merkwürdige Eigentümlichkeiten. Zunächst fielen 2 schwarze Streifen im Grünblau auf, von Rot aus vor *F* der eine, der andere im Grün dicht bei *E*. Im Gelb von *D* nach *E* fehle das Spektrum; auch die Enden am Rot und Violett seien matt. Darnach und nach Zöllner's photometrischen und Lockyer's spektroskopischen Untersuchungen schien die Vermutung nahe zu liegen, dass Uranus noch nicht verdichtet, sondern noch ein wenig selbstleuchtend sei.

Die von Secchi beobachteten Verdunkelungen und Streifen sind also Rot dunkel bis etwa 660 $\mu\mu$, Absorptionsband von 610 $\mu\mu$ bis 555 $\mu\mu$, Absorptionsstreifen bei 527 $\mu\mu$ und 496 $\mu\mu$, Violett dunkel von 435 $\mu\mu$ an. Neuere spektralanalytische Untersuchungen, wie sie Vogel u. A. anstellten, ergaben, dass das Spektrum des Uranus eine besonders starke, von der der Erdatmosphäre verschiedene Absorption zeige; unter den Absorptionsbändern befindet sich darnach auch ein Streifen bei 617,8 $\mu\mu$, der in den Spektren von Jupiter, den Jupiterstrabanten und Saturn wiederzufinden ist; er könnte seine Entstehung eigentümlicher Zusammensetzung der Uranusatmosphäre oder anderen Druck- und Temperaturverhältnissen verdanken. Es scheint hieraus eine gewisse Aehnlichkeit des Uranus mit Jupiter und Saturn hervorzugehen.

Wie die neuesten Beobachtungen zu London und Potsdam zeigen, sind im Spektrum weder breite Absorptionsbänder (wie es Secchi gesehen haben wollte), noch helle Linien, wohl aber viele Frauenhofer'sche Linien. Nach Keeler am Lick-Observatorium machen gewisse Stellen des Spektrums im gelben und grünen Teile bei Anwendung schwacher Dispersion den Eindruck des Selbstleuchtens; dieser erste Eindruck veranlasste auch Lockyer zu der Behauptung, das Uranusspektrum sei als Emissionsspektrum anzusehen; aber nach Keeler's sorgfältigerer Betrachtung handelt es sich nur um den Kontrast der hellen Stellen des kontinuierlichen Spektrums zu den an Absorptionsstreifen reichen Stellen. Man ermittelte ferner photometrisch — hier sind die Arbeiten Müller's bemerkenswert —, dass die Albedo des Uranus nach der Theorie von Lambert etwa 0,604, nach der Theorie von Seeliger etwa 0,805 betrage; es ist indes zu bemerken, dass die Helligkeit der Sonne hierbei zu gering angesetzt ist,

andererseits aber die Scheibe des Uranus wahrscheinlich zu gross genommen ist. Nichtsdestoweniger dürften die beiden Daten ungefähr stimmen, da die Einflüsse dieser Ungenauigkeiten entgegengesetzt wirken. Durch diesen Albedowert wird wahrscheinlich gemacht, dass Uranus eine ganz ähnliche Beschaffenheit der Oberfläche wie Saturn und Jupiter habe.

Die Helligkeit des Uranus beträgt 5,5 Sterngrössen in Erdnähe, 6,3 in Erdferne; im Mittel hat also Uranus 5,9 Grösse; in der Opposition — das geht aus seinen Entfernungen von der Erde hervor — leuchtet er 2,1 mal heller als in der Konjunktion.

Das Licht des Uranus hat schwach grünliche Färbung.

Beobachtungen der Oberfläche. Da die Bahnebenen der Trabanten fast senkrecht auf der des Hauptplaneten stehen, schloss man auf eine ähnliche Lage der Aequatorialebene des Uranus. Der erste, der Flecken auf der Planetenscheibe zu sehen glaubte, Henry in Paris, war so wie die folgenden Beobachter von der Absicht geleitet, eine solche Lage der Aequatorebene und demnach ihrer Streifen konstatieren zu können; er nahm 1884 schräge matte Streifen war. Auch die Beobachtung Perrotin's, des Direktors der Nizzaer Sternwarte, der mit dem 28 Zöller auf der Uranusscheibe schwache, in ihrer Ebene zu der der Trabantenbahnen um 10^0 geneigte Streifen wahrgenommen haben wollte, schien mit der Annahme übereinzustimmen. Aber die Beobachtung ist ebenso unsicher wie die Holden's, der auf Uranus Streifen ähnlich denen auf Jupiter und Saturn gesehen haben wollte. Aus solchen Wahrnehmungen schloss man auf eine Neigung der Rotationsaxe von $89^1/_2{}^0$ und eine Rotationsdauer von 12 Stunden. Dagegen erklärte Leo Brenner, Privatastronom der Manorasternwarte in Lussinpiccolo, nach seinen 13 im Jahre 1897 gewonnenen Zeichnungen, die Scheibe des Uranus zeige helle und dunkle Flecke, aus deren Verfolgung er auf eine Rotationsdauer von $8^1/_4$ Stunde schloss. In den hellen Flecken vermutete er ähnliches wie Polkalotten. Die Neigung der Axe der Bahnebene schien ihm nahezu ein rechter Winkel zu sein, die Abplattung des Uranus hielt er für beträchtlich.

Schlussbemerkungen. Da Uranus nur eine relativ geringe Dichte hat, so kann er sich nicht in einem ähnlichen Zustande befinden wie die Erde, kann keine feste, teilweise von Meeren bedeckte Oberfläche haben, sondern dürfte an der Oberfläche ähnlich wie Jupiter und Saturn ein teigig-flüssiges oder gasig-wolkenförmiges Aggregat zeigen, wie ja auch aus seiner Aehnlichkeit mit Jupiter und Saturn hervorzugehen scheint. Da Uranus nach der Kant'schen Theorie älter als die vorgenannten Planeten ist, zudem kleiner ist, so dürfte er in der Entwicklung weiter fortgeschritten und mehr abgekühlt sein wie diese, zumal er weniger Wärme von der Sonne empfängt. Seine Oberfläche dürfte also weniger ausgeprägt die Streifenzonen und Kondensationsmassen zeigen; Schneekalotten könnten auf ihm natürlich schon seiner mutmasslichen physischen Beschaffenheit und seiner Dichte nach nicht existieren, bei der wahrscheinlichen Lage seiner Axe aber schon gar nicht. Für die 12 stündige Rotation sprechen bei theoretischer Erwägung mehr Gründe als für die 8 stündige. Jedenfalls müssen über Rotation und Oberfläche weitere sichere Untersuchungen Aufklärung verschaffen.



Sonnen- und Mondfinsternisse im Volksglauben.

Von Max Jacobi.

Wiederholt haben wir die Gelegenheit ergriffen, auf die ethisch-religiösen Folgen, auf die seelische Bedeutung astraler Ereignisse, insbesondere der Finsternisse, näher hinzuweisen. Wir glauben, unseren heutigen Artikel nicht besser einführen zu können als durch die Wiedergabe eines schlichten altägyptischen Märchens von den „beiden Brüdern“, welches aus den *„Select Papyrs“* des British Museum zum erstenmale 1860 veröffentlicht wurde und späterhin in der trefflichen Uebersetzung des Comte Emanuel de Rougé*) ein nicht unberechtigtes Aufsehen erregte. Es lebten einmal in Liebe und Freundschaft zwei Brüder, Anepou und Bapou. Als einst Anepou abwesend war, da erfasste sein Weib eine sträfliche Begierde nach dem jüngeren Bruder Bapou, welcher entsetzt floh. Die Gattin Anepou's geriet hierdurch in furchtbare Wut und verleumdete Bapou bei ihrem Gemahl, indem sie vorgab, Bapou hätte ihr nachgestellt. Anepou eilte seinem Bruder nach, um ihn für seinen Frevel zu töten. Aber der Sonnengott Râ schützte Bapou, indem er zwischen beiden Brüdern ein weites Gewässer entstehen liess. Bapou wird durch die ruchlose Beschuldigung in hellste Verzweiflung gesetzt. Er glaubte, seine Unschuld dem Bruder nur dadurch kundthun zu können, dass er sich selbst entmannte und seine Geschlechtsteile in jenen Fluss warf. Anepou erkannte sein Unrecht und wollte den Bruder wieder versöhnen. Dieser aber widerstrebte tiefgekränkt einer Versöhnung. Auf die dringenden Bitten des Bruders erklärte er sich nur bereit, in eine Ceder zu gehen, mit deren Schicksal sein Leben verknüpft wäre. Wenn der Baum einst fallen würde, so könnte dies Anepou an dem Wasser bemerken, das er abends tränke; denn dieses würde plötzlich aufbrausen und überschäumen. — Der Rest des Märchens interessiert uns hier weniger; es sei nur erwähnt, dass Bapou eine Sonnenjungfrau heiratet, wobei die Erzählung schliesslich ganz den Charakter der Lohengrin-Sage annimmt und andererseits Bapou in seinem Verhältnisse zu Anepou dem Dioskuren Kastor gleicht. Man wird leicht erkannt haben, dass der altägyptische Mythus von Anepou und Bapou völlig den astralen Kern der biblischen Joseph-Legende in sich trägt.

Doch auch im althellenischen Mythus begegnen wir derlei Sagen, welche den Kampf zwischen dem Sonnengotte und den bösen Mächten der Finsternis symbolisch darstellen.

Im sechsten Gesange der Ilias erzählt Glaukos seinem Gegner Diomedes, dass sein Ahn Bellerophontes einst von Anteia, des Proetos Gemahlin, um Gewährung einer sträflichen Bitte angegangen sei. Er habe ihr sündhaftes Verlangen abgeschlagen und sei deshalb von Anteia bei ihrem Gemahl verleumdet worden. Derselbe habe Bellerophontes töten wollen, und zu diesem Zwecke ihn nach Lykien gesandt — mit Todesworten, geritzt auf gefaltetem Täflein, „dass er dem Schwäher die Schrift darreicht und das Leben verliere“ — bekanntlich die erste Erwähnung althellenischer „Correspondence“. Bellerophontes entgeht indessen dem grauenvollen Schicksal.

Die oben erwähnte Entmannung des Bapou identifiziert denselben mit Osiris und Kronos, fernerhin auch mit dem Urriesen Ymir der germanischen Sage. Jene heilige Ceder des Bapou vertritt die Rolle der Welteiche Ygdrasil.

---

*) Vergl. *„Revue archéol. Tome IX“* und die brauchbare Darlegung in Hyac. Husson's *„Chaine Traditionelle“*, Paris 1874.

Da wir gerade die Homerischen Epen erwähnen*), so möchten wir auch die einzige Stelle der Ilias nennen, welche mit einiger Sicherheit von einer Sonnenfinsternis spricht. Im 17. Gesange wird der grauenvolle Kampf der Griechen und Troer geschildert, welch letztere sich unter der Anführung des Aeneas befinden, den Apollon beschützt**). Nun heisst es Vers 366 ff.:

. . . . keiner erkannt itzt,
Ob am Himmel die Sonn' unversehrt sei, oder der Mond noch,
Denn von Dunkel umhüllt im Gefechte dort waren die Tapfern,
Welche Menoetios Sohn, den Erschlagenen, umstanden.

Es wird weiterhin auch versichert, dass sonst die troische Ebene im brennenden Sonnenschein gelegen ist und kein Wölkchen am Himmel sich zeigt. Endlich befreit Zeus die Achaeer von der Finsternis, durch die Bitten des Telamoniers Aias gerührt (Gesang 17, Vers 640 ff.) — — —

Das Phänomen der Sonnenfinsternis liegt auch dem Mythus vom siegreichen Kampfe des Apollon mit dem Drachen Python zu Grunde, welcher bekanntlich zur Einrichtung des delphischen Heiligtums Anlass giebt. Preller vergleicht in seiner einzigartigen „Griechischen Mythologie" den Drachenkampf des Apollon treffend mit demjenigen des Sigard-Siegfried in der altdeutschen

*) Es sei uns verstattet, anmerkungsweise einige interessantere kosmologische Stellen der „Ilias" und der „Odyssee" beizufügen:

Vers 528 bis 530 des I. Gesanges der „Ilias" *Ἠ καὶ κυανέῃσιν* etc. hat bekanntlich dem Zeusbilde des Phidias zu Olympia als Vorbild gedient. Die „ambrosischen Locken" des Zeus erinnern unwillkürlich an die Sonnenlocken Joseph's und Simson's — wie überhaupt in der „Ilias" der Sonnengott Apollon hin und wieder mit Zeus verschmilzt. Man beachte Ilias-Gesang 8, Vers 41 bis 50, wo Zeus auf dem Sonnenwagen mit den goldmähnigen Sonnenrossen zu den Troern eilt! Im 5. Gesange (Vers 721 bis 729) eilt Hera auf dem Sonnenwagen „zwischen der Erde und dem sternenumleuchteten Himmel" zu den Troern. — Im 12. Gesange (Vers 15 bis 33) begegnen wir einer lokalen Sintflut-Sage. Troia wird durch Apollon und Poseidon völlig zerstört. Usener schweigt sich über diesen recht nennenswerten Flutmythus in seinen sonst nicht verwerfbaren „Sintflutsagen" (Religionsgesch. Untersuchungen, Bd. III. 1899) völlig aus.

Wir finden Ilias-Gesang 16, Vers 567, bereits die „entsetzliche Nacht", welche Zeus den Streitenden sendet. Es sind hier aber eher meteorologische Ereignisse gemeint. Sehr interessant ist für unseren Fall auch die Beschreibung des Achilles-Schildes mit den ältesten astronomischen Kenntnissen der Hellenen, fernerhin Ilias-Gesang 22, Vers 26 bis 31, wo die ausdörrende Hitze nach dem heliakischen Aufgange des Sirius geschildert wird.

Aus der „Odyssee" erwähnen wir nur Gesang III, Vers 1 bis 3, wo die Sonne sich aus ihrem strahlenden Teiche erhebt, um Göttern wie Menschen zu leuchten. Vers 6 bis 10 desselben Gesanges hat in der Anzahl der Bänke und der dem Poseidon geopferten Stiere eine tief symbolische Bedeutung.

Hochwichtig ist Odyssee Gesang 12, Vers 127 bis 136:

Jetzo erreichtest' die Insel Thimakia. Siehe da weiden
Viele fette Rinder und Schafe des Sonnenbeherrschers:
Sieben Herde der Rinder und sieben der trefflichen Schafe.
Fünfzig in jeglicher Herd, und diese vermehren sich niemals
Noch vermindern sie sich . . . . .

eine deutliche Anspielung auf das althellenische Mondjahr mit den 350 Tagen und 350 Nächten.

Wir müssen an dieser Stelle verzichten, alle interessanten kosmologischen Stellen der Homerischen Epen zu erörtern. Wir behalten uns dies für einen Spezialartikel vor. In echt homerischem Sinne ist auch das ergreifende Dankgebet der Heldin in Goethe's „Iphigenie auf Tauris" (3,1) gehalten:

„Goldne Sonne, leihe mir
„Die schönsten Strahlen, lege sie zum Dank
„Vor Jovis Thron!

**) Man beachte die recht interessanten Stellen der „Ilias", in denen Apollon selbst am Kampfe zu Gunsten des Aeneas teil nimmt. Ihm, d. h. dem personifizierten Sonnenlicht, wagt sich niemand zu widersetzen, während doch die Achaeer selbst auf Mars kecke Angriffe machen.

und demjenigen des heiligen Georg in der altchristlichen Sage. Recht beachtenswert scheint es uns fernerhin, dass alle „Sonnenhelden" nur an einer einzigen Stelle verwundbar sind, bezgl. nur auf eine einzige Art vernichtet werden können. Baldur wird von dem bösen Loki nur durch den Misteldorn getötet, Siegfried empfängt an der einzigen ungeschützten Stelle seines Körpers die totbringende Wunde, gleichwie auch Achilles, und Simson wird seiner Locken beraubt, um der Vernichtung anheimzufallen. Auch die ursprünglich phönicische Sage vom Heracles hat entschieden solaren Charakter und weist oft denselben Grundgedanken auf wie die verwandten arischen Sagen*).

Im altgermanischen Mythenkreis giebt es eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Finsternis-Sagen.

So möchten wird als einen der bekanntesten Verfolger des Sonnenlichtes den wilden Jäger — in manchen Gegenden auch Jäger Wote, Jäger Hackelberend genannt — erwähnen. Nach einem weithin verbreiteten, schon von A. Kuhn richtig aufgefassten Volksglauben, soll der wilde Jäger deshalb zu einem demjenigen des ewigen Juden ähnlichen Leben verdammt worden sein, weil er sich im Uebermut vermass, nach der Sonne zu schiessen. Diese Sage findet sich bei vielen arischen Völkern. Wir erinnern nur an die altindische Sage vom Schuss des wilden Jägers auf den Sonnenhirsch und vom Schusse des über die Hitze erbosten Heracles auf den Sonnengott**).

Bemerkenswert ist, dass nach Sanskrit-Texten ein riesenhafter Drache, Ragu genannt, welcher 10000 Meilen unterhalb der Sonne wohne, dieselbe zuweilen angreife und hierbei Finsternisse verursache. In dem altfinnischen Epos Kalevala (Rune 47, Vers 13ff.) wird erzählt, dass die böse Zauberin Louhi einst die Sonne in einem Kupferberg versteckt habe, wodurch eine allgemeine Finsternis entstanden sei.

Nach der Edda werden Sonne und Mond von zwei Wölfen verfolgt (während hingegen in Alt-Hellas der Wolf als scharfäugiges Tier zeitweise dem Apollon geheiligt war). Der Verfolger der Sonne in der Edda heisst Skoell:

Skoell heisst der Wolf, der der scheinenden Gottheit
Folgt in die schützende Flut.

Der andere Wolf, Hati, läuft vor der Sonne, um den Mond zu verfolgen. Der mächtigste aller Wölfe ist Managarm (Mondhund), welcher den Mond verschlingt und mit seinem Blute das Himmelsgewölbe bespritzt, wodurch die Sonne verfinstert wird. Man vergl. Voeluspa 32ff.:

Oestlich sass die Alte im Eibengebüsch
Und fütterte dort Fenrirs Geschlecht,
Von ihnen allen wird eins zuletzt
Des Mondes Mörder übermenschlicher Gestalt.

Ihn mästet das Mark gefallener Männer,
Der Seligen Saal besudelt das Blut,
Der Sonne Schein dunkelt in tausenden Sommern
Alle Wetter wüten, Wisst ihr, was das bedeutet?

*) Wir erwähnen noch folgende Litteratur:

Wislicenus: „Die Symbolik von Sonne und Tag in der germanischen Mythologie", Zürich 1867.

Dr. St. Prato: „Sonne, Mond und Sterne als Schönheits-Symbole in Volksmärchen und -Liedern (in „Zeitschr. des Ver. für Volksk.", 1897).

Adolf Holtzmann: „Deutsche Mythologie", Lpzg. 1874; Movers: „Die Phönicier", Berlin, 1842 ff.

Ausserdem beachte man sorgfältig die Litteraturangaben in den vorhergehenden Artikeln!

**) Eine gewisse „Ironie des Volksglaubens" zeigt sich darin, dass Wotan, ursprünglich der Sonnengott, zum wilden Jäger zum Feinde allen Lichtes wird!

In dem Wolfe Fenrir, welcher Odin am jüngsten Tage verschlingt und ihm beständig nachstellt, sind Sonnen- und Mondwolf zu einem Tiere vereinigt*). Bei unzivilisierten Völkern begegnet man oft der Meinung, die Finsternisse durch grossen Lärm verkürzen zu können, indem hierdurch der böse Drachen erschreckt wird. Bei den Mongolen ist es das Ungeheuer Aracho, welches auf diese Weise überwältigt wird. — Nebenher sei erwähnt, dass die „ägyptische Finsternis“ der Bibel kaum solaren Charakter trägt, sondern eher atmosphärischen Einflüssen zuzuschreiben sein wird, wie auch die berühmte Finsternis beim Tode des Heilands noch keineswegs als *ἔκλειψις ἡλίου* aufgefasst zu werden braucht, wenn auch alle Kirchenväter, voran Tertullian und Rufin, es unbedingt behaupten. — Auf die Finsternisse spielt auch das deutsche Märchen vom Aschenbrödel an, das in einer altindischen Sage sein Vorbild hat. Es scheint uns übrigens nicht unrichtig, auch dem sinnigen Märchen vom Rothkäppchen und dem Wolfe solaren Charakter zuzusprechen. Rothkäppchen — schon in der Farbe eine Symbolisierung der Sonne — wird aus dem Leibe des bösen Wolfes zu neuem Leben befreit. — Nebenher erwähnen wir, dass auch Schneewittchen mit den 7 Zwergen — der Zahl der Wochentage entsprechend — solaren Charakter trägt.

Ein hübsches Märchen aus der Oberpfalz erzählt uns, dass die Sichelgestalt des Mondes aus Liebesgram herrühre, welchen der Sternenhirte seiner Braut wegen, der Sonne, empfinde. Durch seine Schläfrigkeit und Langsamkeit habe er sich ein längeres Zusammensein mit seiner Braut verscherzt. Nur zur Zeit der Finsternisse komme das Liebespaar zusammen**).

Als Zwillingspaar kämpfen Sonne und Mond auch in der Sage der Atlanteer, welche Diodorus (lib. III c. 57) berichtet. Darnach stammen Helios und Selene von Hyperion. Vergebens strengen sich ihre Feinde an, sie zu vernichten; denn sie sind unsterblich. So hat der schlichte Volksglauben selbst die schreckhaften Phänomene von Sonnen- und Mondfinsternissen zum Grundkern tiefsinniger Sagen benutzt, welche das Gemüt von Jung und Alt in ihrer Lieblichkeit und natürlichen Frische erlaben und ergötzen.

---

*) Die Symbolisierung der Mondflecken im Volksglauben sei hier noch kurz erwähnt. Bekanntlich haben zuerst die Orphiker, deutlicher die Pythagoraeer und der weise Anaxagoras die Mondflecken für Unregelmässigkeiten in der Mondoberfläche erklärt. Das Volk indessen hat zu allen Zeiten eine menschliche Gestalt im Monde gesehen und hieran einige Märchen geknüpft. So erzählt eine holsteinische Sage vom bösen Manne, der am heiligen Abend Kohl gestohlen habe und deswegen auf den Mond versetzt sei. Oder ein anderer Mythus berichtet, dass ein lichtscheuer Dieb den Mond mit einem Bündel Reisholz verstopfen wollte. Er habe dies aber nicht fertiggebracht und sei zur Strafe auf den Mond versetzt worden. Eine andere recht beachtenswerte Sage erzählt uns von einer Spinnerin, die einst freventlich in der Nacht vom Sonnabend zum Tage des Herrn gesponnen habe. Zur Strafe sei sie auf den Mond versetzt worden, wo sie bis in alle Ewigkeit fortspinnen müsse. Die Fäden, welche diese Büsserin spinne, fallen gegen Herbst auf die Erde und daher rühren die Spinnfäden im Altweibersommer. Man erkennt, dass der Mond im Allgemeinen vom Volke als trauriger „Deportationsort“ für Gottesfrevler aufgefasst wird. Alle Sünder, welche auf den Mond versetzt sind, zeigen übrigens ahasverartigen Charakter. Vergl. u. a.: A. Kuhn und F. Schwartz, „Norddeutsche Sagen“, A. Kuhn, „Märkische Sagen“ und Dachnhard, Naturgesch. Volksmärchen.

**) Man erinnere sich des Grimm'schen Märchens von der weissen und schwarzen Braut! Im Uebrigen vergl. Ernst Siecke: „Die Liebesgeschichte des Himmels“ Straub. 1892.



Aus einem Schreiben des Herrn Ludwig Günther (Finkenheerd) an den Herausgeber.

Heute ist es die Arbeit des Herrn Alfred Arendt, „Ueber die scheinbare Abflachung des Himmelsgewölbes und die Vergrösserung der Gestirne am Horizont", welche mich veranlasst, einige Zeilen an Sie zu richten.

Ich habe mich mit dieser Erscheinung eingehend in Verfolg meiner Bearbeitung von Keplers Somnium beschäftigt. Kepler streift in seinem „Traum vom Mond" diese Erscheinung nur mit folgenden Worten:

„Euch Erdbewohnern erscheint unser Mond, wenn er in voller Scheibe aufgeht und über den weit entfernten Häusern langsam emporsteigt, so gross wie ein Fass, wenn er aber in den Zenit gekommen ist, kaum so gross wie ein menschliches Antlitz." Eine Erklärung hierfür giebt der sonst um Erklärungen, selbst der kompliziertesten Sachen, nie verlegene Gelehrte, merkwürdigerweise nicht, deshalb habe ich versucht in meinem Kommentar die d. d. Z. bekannten Erklärungen, soweit sie sich zu einer populären Darstellung eigneten, zusammenzufassen.

Nun ist die Frage in mannigfacher, zum Teil sehr theoretischen Weise beleuchtet worden, aber wenn es auch keinem Zweifel unterliegt, dass noch Ursachen anderer Art, z. B. die Absorption oder Extinktion der Strahlen in den unteren Luftschichten, wodurch die Lichtstärke der Himmelsobjekte am Horinzont verringert wird*), mitwirken, die beregte Erscheinung hervorzurufen, die um so auffallender ist, als astronomische Erwägungen zu dem geraden Gegenteil führen, so bin ich doch heute noch der Ansicht, dass, wie Förster u. A. in einem Vortrag erläutert**), das Phänomen im Wesentlichen auf Urteilstäuschungen beruht, also nur in der Vorstellung da ist.

Es ist eine Thatsache, dass das Auge die Grösse von Gegenständen nach der Ausdehnung der Fläche, auf welcher es dieselben erblickt, abschätzt, so zwar, dass ihm ein Gegenstand um so grösser erscheint, je mehr Raum er auf der Beobachtungsfläche einnimmt. Hinzu kommt, dass das Auge gewohnt ist, die Grösse eines Objektes auch nach dem Verhältnis der in der Nähe befindlichen Gegenstände zu bemessen. Wenn der Mond — und das gilt in gleicher Weise von allen in Betracht kommenden Himmelsobjekten — nun über dem Horizont emporsteigt, so ist er zunächst durch diesen räumlich, oder wie wir uns von unserem Standpunkt populär wohl ausdrücken können, durch den grossen Erdkörper nachbarlich begrenzt. Sodann findet das beobachtende Auge irdische Gegenstände, wie Häuser, Baumkronen, Berge, Thürme, Kuppeln u. s. w., die einmal das Gesichtsfeld des Weiteren einengen, andererseits aber auch zu Vergleichen mit diesen ähnlich geformten Objekten und dem Mond Veranlassung geben, wodurch die Mondscheibe grösser angesehen wird, als sie in Wirklichkeit ist. Und hierbei scheinen mir nicht allein die blossen Umrisse einzuwirken, sondern auch die Perspektive der Landschaft, denn wenn man den am Horizont scheinbar vergrösserten Mond mit einem Auge betrachtet, erscheint er sofort kleiner. Es ist bekannt, dass die Mondscheibe wesentlich reduziert wird, sobald man sie durch ein dunkles Blendglas ansieht, eben weil dadurch die sie umgebenden irdischen Gegenstände, wozu ich im weiteren Sinne auch den Horizont

*) Siehe die Ausführungen von Plassmann darüber im Heft 1, Jahrg. 1898, der „Mitteilungen d. V. A. P."

**) Abgedruckt in Heft 9, Jahrg. 1897, der „Mitteilungen d. V. A. P."

rechne, für das Auge unsichtbar gemacht werden und nur die helle Mondscheibe sichtbar bleibt, in dieser Betrachtung also nahezu die Lage hergestellt wird, in der wir den Mond hoch oben am freien Horizont erblicken.

Dass die hier eben angeführten Gründe die Ursache der Vergrösserung sind, sieht man in eklatanter Weise, wenn man einen undurchsichtigen Gegenstand, etwa ein Buch, so zwischen Auge und den am Horizont stehenden Mond — um bei dem einmal gewählten Beispiel zu bleiben — bringt, dass der obere Rand des Buches etwas unterhalb des unteren Mondrandes steht und dabei die am Horizont sichtbaren irdischen Gegenstände eben verdeckt. Der Mond wird dann sofort kleiner erscheinen, und wenn man nun abwechselnd schnell hintereinander das Buch etwas nach unten verschiebt und wieder in seine frühere Lage zurückbringt, so dass einmal der Horizont sichtbar, einmal verdeckt wird, so sieht man die Mondscheibe in gleichem Tempo sich ausdehnen und zusammenziehen, wie einen Gummiball. Es ist das ein interessanter und überzeugender Anblick, den man bei gegebener Gelegenheit sich zu verschaffen nicht versäumen sollte.

Eigentlich müsste man aus diesem Versuch schliessen, dass die Nähe des Horizonts nicht mitwirkend bei der scheinbaren Vergrösserung der Himmelskörper sein kann und dass Lühr auf alle Fälle irrt, wenn er sogar diese als die alleinige Ursache dafür annimmt*), denn das vor den Augen gehaltene Buch bildet ja auch einen und zwar unmittelbar unter dem Mondrand stehenden Abschluss des Himmelsgewölbes. Aber es ist doch wohl ein Unterschied zwischen dem dicht vor den Augen stehenden kleinen Gegenstand und dem in weiter Ferne sich lang ausdehnenden grossen Erdkörper, recte Horizont. Dann auch denke ich mir, dass das durch die schnelle Bewegung des Buches plötzliche Verschwinden des unserm Auge gewohnten Bildes des Horizonts in uns den Eindruck hervorbringt, als stehe der Mond isoliert da. Und in der That: wenn wir zwischen unsere Augen und den am Horizont vergrössert stehenden Mond in der erwähnten Weise langsam das Buch schieben und so stehen lassen, so glauben wir zunächst den Mond etwas verkleinert zu sehen, bald aber verschwindet die Täuschung und der Mond nimmt fast wieder den scheinbar grossen Durchmesser an, was wir allerdings erst dadurch recht gewahr werden, dass, wenn wir nun das Buch ganz wegnehmen, wir keine weitere Vergrösserung bemerken. Das spricht also mit für die Ansicht des Herrn Pfarrer Lühr.

Ich habe dieses Experiment bei Tage und bei Abend, an sehr mit intermediären Objekten belegtem und fast ganz freiem Horizont angestellt und aus den natürlich etwas unter sich abweichenden Beobachtungen ziehe ich das Resultat, dass beide vorerwähnten Ursachen die Erscheinung der Vergrösserung bei uns zur Vorstellung bringen.

Herr Arendt sagt, dass die Gestirne (Sterne) am Horizont nie so stark vergrössert erscheinen wie Sonne und Mond. Dem kann ich nicht beipflichten. Im Gegenteil, bei den Sternbildern, und diese können doch nur gemeint sein, ist die Täuschung grösser. Hierauf macht schon Lühr aufmerksam; und ich meine, in dem Masse grösser, als die Flächen, die sie einnehmen, grösser sind als Sonne und Mond. Neben einer Vergrösserung kommt noch eine Verschiebung der Lage (wegen der schiefen Stellung der Erdachse) hinzu. Lühr sagt auch

*) Siehe die Ausführungen vom Pfarrer Karl Lühr in Gotha darüber in Heft 3, Jahrgang 1898, der „Mitteilungen d. V. A. P."



ganz richtig, dass die beregte Erscheinung bei den Sternbildern weniger bekannt ist, weil man diese weniger aufmerksam beobachtet, insbesondere nicht in ihrem verschiedenen Himmelsstand, der sich ja des Nachts vollzieht. Wenn man sich dieser kleinen Unbequemlichkeit aber unterzieht, so wird man finden, dass sich die Sternbilder, besonders die in der Nähe der Circumpolargrenze liegenden, derartig verändern, dass sie fast nicht wiederzuerkennen sind. Die Ursachen der scheinbaren Vergrösserung sind dieselben wie bei Sonne und Mond.

Der Einwurf, der gemacht worden ist, auch von Lühr, dass bei Nacht die etwaigen irdischen Vergleichsobjekte verschwinden, ist hinfällig, denn bei sternklaren Nächten, welche doch nur in Betracht kommen, sind solche immer hinreichend erkennbar, und gerade in der grotesken Form, was zusammen mit dem Bewusstsein oder der Erinnerung daran, dass der Horizont, d. h. der grosse Erdkörper da ist, völlig genügt, um die für die geschilderte Sinnestäuschung erforderlichen Affekte in uns auszulösen. Ja, es kann unter Umständen dieses Bewusstsein allein dafür genügen, wodurch dann die Thatsache, dass auch in ganz flachen Gegenden und auf dem Meere gleichfalls die Vergrösserung der Sternbilder, ebenso der Sonne und des Mondes, am Horizont beobachtet wird, ihre Begründung findet.

Es wird Sie interessieren, wenn ich Ihnen mitteile, dass ich neulich Gelegenheit hatte, durch unsere grosse Fabrikesse den Tageshimmel zu besehen, leider ohne Erfolg bezüglich des Erblickens von Sternen am Tage. Die Beobachtungsdauer war allerdings nur kurz, denn die prosaische Industrie hat kein Verständnis für die idealen Ziele unserer hehren Wissenschaft — und leider muss man ja nachgerade vom Wetter dasselbe glauben. Im übrigen habe ich wieder den Eindruck empfangen, dass so ein rauchgeschwärzter Fabrikschornstein ein ausgezeichneter Tubus ist.

Bemerkungen zu dem Güntherschen Schreiben.

Da Herr L. Günther meinen Ausführungen im Allgemeinen nicht entgegentritt, sondern mir indirekt grossenteils beipflichtet, so bin ich in der angenehmen Lage, auch ihm im Allgemeinen zustimmen zu können und eine Uebereinstimmung der meisten neueren Erklärungsversuche bezüglich der fundamentalen Punkte festzustellen. Besonders gilt das von der Behauptung, „dass das Phänomen im Wesentlichen auf Urteilstäuschungen beruht, also nur in der Vorstellung da ist“, wie ja auch ich erklärte, „dass beide Erscheinungen dem Vorstellungsleben angehören“. Ebenso bin ich auch der Meinung, dass das Auge gewöhnt ist, die Grösse eines Objektes auch nach dem Verhältnis der in der Nähe befindlichen Gegenstände zu bemessen.

Wenn aber Herr Günther meiner Behauptung, dass die Sternbilder oder allgemeiner Sternabstände (ich sagte ungenau: Sterne) nicht so stark vergrössert erscheinen wie Sonne und Mond, entgegentreten will, so muss ich doch auf dieser Behauptung bestehen. Ich glaube aber, dass hier ein Missverständnis seitens Herrn G.'s vorliegt. Er meint jedenfalls, die Täuschung an sich sei bei den Sternbildern grösser, d. h. der Eindruck der Vergrösserung sei auffallender. In dieser Form kann ich der Behauptung von Herrn G. mit kleinen Einschränkungen beipflichten. Ich aber meinte das Zahlenmass der Vergrösserung, wie sie dem Eindruck nach vorliegt. Dies kann bei den Sternbildern gar nicht so gross werden wie bei Sonne und Mond.

Ich habe einwandfrei festgestellt, und auch Reimann giebt ähnliche Daten, dass zuweilen die Sonne oder der Mond 4,5 mal grösser erscheinen kann als im Zenit. Ein Sternbild aber, wie das des Orion, mit 20°—30° Durchmesser, müsste ja bei einer solchen scheinbaren Vergrösserung über 100° Durchmesser zu haben scheinen, und es ist ja festgestellt, dass ein Punkt in 23° Höhe vom Auge höchstens in die Mitte des Himmelsgewölbes, in 45° Höhe versetzt wird — bei Nacht noch weniger — also die Höhe nur 2,0 mal vergrössert wird. Aber auch abgesehen von solchen Erwägungen, habe ich eine scheinbare Vergrösserung der Sternbilder oder nur des Abstandes zweier Sterne von mehr als 2,5 nie gefunden.

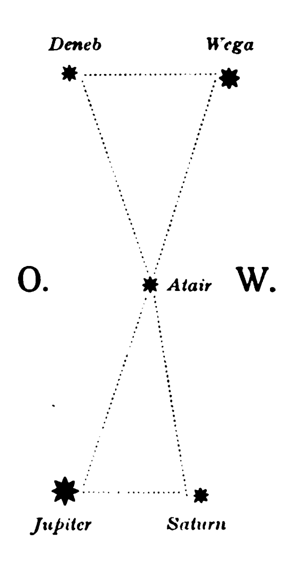
Kurz und gut, ich habe den Behauptungen meiner Abhandlung nichts hinzuzufügen und nichts an ihnen zu ändern. Ich sammele jetzt übrigens Material, um die Ausführungen meiner Arbeit zu bekräftigen und zu ergänzen.

Posen, 19. August 1902. Alfred Arndt.



Kleine Mitteilungen.

Die Auffindung von Jupiter und Saturn am Abendhimmel wird jetzt durch ihre Stellung zu den 3 Fixsternen Atair, Wega und Deneb erleichtert. Diese 5 Gestirne haben sich zufällig zu einer bemerkenswerten Gruppe am Südhimmel zusammengefunden. Atair, der hellste Stern im Adler, bildet einerseits mit Jupiter und Saturn, andererseits mit dem hellsten Stern Wega in der Leier und Deneb im Schwan ein gleichschenkliges Dreieck. Diese Dreiecke liegen mit ihren Spitzen in Atair und bilden so fast das Bild einer Sanduhr, wie es unsere Figur wiedergiebt. Die Basis des oberen Dreiecks, gebildet durch Deneb und Wega, geht fast durch unseren Zenit und die Grundlinie des unteren Dreiecks, gebildet durch Jupiter und Saturn, erhebt sich nur 16° über unsern Horizont. Abends 9 Uhr geht bereits die Spitze des Dreiecks, Atair, durch den Meridian, ist also genau im Süden aufzufinden. Wega und Saturn stehen westlich und Jupiter und Deneb östlich vom Meridian. Der hellste dieser Gestirne ist Jupiter, dann kommt Wega als ein Stern 1. Grösse und Atair als 1,3. Gr. ist ebenso hell wie Saturn. Am schwächsten 1,6. Gr. ist Deneb. Grade jetzt in den ersten Tagen des September wird diese Sternkonstellation durch Mondlicht nicht beeinträchtigt; sie bleibt aber noch bis zum Winter sichtbar, indem sich erst die Entfernung Jupiter-Saturn noch etwas verkleinert, um dann aber wieder grösser zu werden. F. S. A.



* * *

Zur Charakterisierung der anormalen Witterung dieses Sommers möge folgende Notiz dienen, welche Herr Theodor Winter aus Arneburg a. d. Elbe uns zugesandt hat: „Heut Mittag am 11. 7. bei einer heftigen Regenbö grössere Schneemassen beobachtet."

* * *

Vulkanausbrüche haben zwischen dem 13. und 15. August die Insel Torishima nördlich von den Bonininseln verwüstet. Die ganze Bevölkerung, bestehend aus 150 mit Guanoförderung beschäftigten Leuten, ist umgekommen. Unterseeische Eruptionen machen jede Annäherung an die Insel gefahrvoll.

* * *

Ein grosser Erdriss hat sich in Sant-Nicholas in Mexiko gezeigt. Er ist 16 km lang und 100 m breit. Seine Tiefe ist unbekannt. Die Spalte zieht sich auf der der Stadt zugelegenen Seite des Gebirges hin. Mehrere Einwohner sind verletzt und viele geflüchtet. Sachverständige sollen im Auftrage der Regierung diese Naturerscheinung untersuchen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

2. Jahrgang 24. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. **1902 September 15.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Schmelzungs- und Bewegungsvorgänge an ringbildenden Eiswolken der Hochatmosphäre und Verwertung solcher Beobachtungen für die Witterungs-Prognose.

Von Wilhelm Krebs, Barr i. Elsass.

Die Meteorologie und vor allem ihre spezifische Seite, die praktische Wetterkunde, verlegt ihre Hoffnungen auf wissenschaftlichen Abschluss mit steigender Zuversicht in die Höhen der Atmosphäre. Ballon- und Drachenaufstiege haben überraschende Aufschlüsse gegeben und versprechen, besonders in dem synoptischen Betriebe der internationalen Simultanfahrten, noch viel mehr. Diesen gebührt auch das besondere Verdienst, dem vorschnell aus den Ergebnissen vereinzelter wissenschaftlichen Luftfahrten gefolgerten Dogma der Konstanz der Temperaturen in der Hochatmosphäre nur eine kurze Lebensfrist gelassen zu haben.

Aber Ballon- und Drachenaufstiege sind kostspielige Veranstaltungen, die bei methodischem Betrieb ein Budget von Tausenden verlangen. Der einfache Meteorologe ist auf das angewiesen, was die Atmosphäre an ihrer Berührungsfläche mit der Erdrinde der gewissenhaften Beobachtung bietet, und was er sonst mit seinen Augen aus ihren Höhen erspähen kann. In dieser Hinsicht aber kann wesentlich mehr erreicht werden, als es von vornherein den Anschein hat.

Mit Recht ist auf methodische Wolkenbeobachtungen in den letzten Jahren ein grosser Wert gelegt worden. Schon von dem „internationalen Wolkenjahr" 1896/97 erwartet man einen nahezu „endgiltigen Aufschluss über Höhen- und Geschwindigkeitsverhältnisse der verschiedenen Wolkenformen"[1]), aus denen sich dann sichere Schlüsse auf jeweilige Luftströmungen in verschiedener Höhe der Atmosphäre ergeben können. In besonderen Fällen ist es aber auch möglich, Aufschluss über Wärmeverhältnisse in höheren Luftschichten zu erlangen.

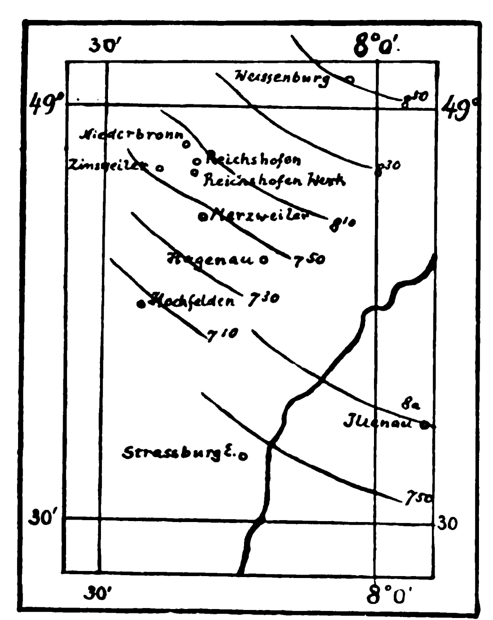
Diese Fälle betreffen zwar lediglich den Uebergang von Wasser zu Eis und von Eis zu Wasser, können aber doch für die Beurteilung etwa bevorstehender

---

1) J. Hann, Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1901, S. 271.

Witterungsumschläge von grossem Nutzen sein. Sie werden veranlasst durch die besondere Eigenschaft der aus Eisnadeln bestehenden Wolken, bei sonst klarem Wetter das Sonnen- oder Mondlicht prismatisch zu brechen und zu spiegeln. So wird das Vorhandensein von Hochnebeln, die aus einer grossen Zahl kleiner, von Luftströmungen in bestimmter Weise orientierten Eisnadeln bestehen, verraten durch Ringbildungen um Sonne und Mond, während Tröpfchen von Wasser oder schmelzendem Eis höchstens durch Lichtbeugung Höfe zu erzeugen vermögen.

Thatsächlich ist der Uebergang von Ring- in Hofbildungen, demnach von Eisnebeln in Wassernebel, beobachtet worden, bisher zweimal von dem Unterzeichneten, im Oktober 1889 und im April 1902[2]). Unmittelbar ergiebt sich aus solchen Beobachtungen der Schluss auf schnelle und umfassende Erwärmung nicht allzu hoch schwebender Luftschichten, deren Temperatur trotz dieser geringen Höhe unterhalb des Eispunktes lag.



Linien gleichzeitiger Sichtbarkeit der Sonnenringerscheinungen vom 23. März 1901 im Unterelsass.

Das eine Mal entschwand ein Mondring, das andere Mal ein Sonnenring innerhalb weniger Minuten der Beobachtung und machte der Sonnen- bezw. der Mond-Aureole Platz. Besonders beim zweiten Male erschien es der gerade darauf gerichteten Beobachtung gänzlich ausgeschlossen, dass etwa das ringbildende Eisgewölk durch einen tiefer schwebenden Wasserschleier blos verdeckt worden wäre. Vielmehr war die Verteilung oder Gestaltung des Eisgewölks an seiner besonderen Zugrichtung festgestellt worden[3]) und blieb auch nach Auftreten der Aureole durchaus erkennbar.

Die Zugrichtung des ringbildenden Eisgewölks, am Morgen des 1. April 1902, das aus einem Schleier bestand, der nach Süden in parallele Cirrusstreifen aufgelöst war, wurde mittelst Wolkenspiegel auf

WNW nach ESE

festgestellt. Dunkle Regenwolken von geringer Ausdehnung zogen in mittlerer Höhe aus SSW, während der Wind unmittelbar über jener Gegend des östlichen Vogesenabhanges aus Süden wehte.

Die Windrichtung in der Höhe des ringbildenden Eisgewölks wich also ursprünglich sehr von der unteren ab. Da in der untersten Luftschicht die südliche Windrichtung im allgemeinen Erwärmung bedingt, liegt es nahe, den Schmelzungsvorgang aus ihrer zunehmenden Mächtigkeit zu erklären und deshalb aus jenem auf diese zu schliessen.

Auch kann nach jener Beobachtung nicht überraschen, dass gelegentlich anderer Sonnenringbeobachtungen sich eine Bewegungsrichtung des Eisgewölks herausstellte, die wesentlich von dem unteren Winde abwich und überhaupt mit der Luftdruckverteilung an der Erdoberfläche im Widerspruch stand. Diese

---

[2]) Meteorologische Zeitschrift. Wien 1890, S. 358, 1902, S. 275.

[3]) A. a. O. 1902, S. 275.



Beobachtungen fanden am Morgen des 23. März 1901 statt. Die auffallende Schönheit der Ringerscheinungen hatte eine ganze Reihe von Beobachtern in verschiedenen Orten des Unterelsass und des angrenzenden Grossherzogtums Baden interessiert. Ein schneller Aufruf in der „Strassburger Post", die nicht lange vorher gerade über atmosphärische Optik orientierende Artikel aufgenommen hatte, vermochte jene vielfachen Beobachtungen soweit zusammenzubringen, dass sie synoptisch verwertet werden konnten.

Im Ganzen wurden Beobachtungen von folgenden Orten und zu folgenden Zeiten gemeldet:

Sonnenringbildungen am 23. März 1901.

	Ort	Zeitangabe		Mittlere Zeit
1.	Hochfelden	kurz nach 7 a	[4]	$7^h\ 5^m$ a
2.	Hagenau	7^{15} bis 8^{10} a	[5]	7 „ 45 „ „
3.	Merzweiler	7^{30} „ 8^{15} a	[6]	7 „ 50 „ „
4.	Zinsweiler	7^{30} „ 8^{30} a	[6]	8 „ — „ „
5.	Reichshofen Werk . .	7^{30} „ 8^{30} a	[6]	8 „ — „ „
6.	Reichshofen Bahnhof .	kurz nach 8 a	[7]	8 „ 5 „ „
7.	Niederbronn	etwas nach 8 a	[6]	8 „ 5 „ „
8.	Weissenburg	8^{15} bis 9^{30} a	[8]	8 „ 50 „ „
9.	Strassburg	a) zwischen 7 und 8^{30} a	[9]	7 „ 45 „ „
		b) kurz nach 9 bis 10^{45} a	[10]	9 „ 50 „ „
10.	Illenau (Baden)	7^{30} bis 8^{30} a	[11]	8 „ — „ „

Schon vier von jenen Mittelwerten (Nr. 1, 2, 6 u. 8) gestatteten, eine Karte gleichzeitiger Sichtbarkeit in Kurven von 20 zu 20 Minuten mitteleuropäischer Zeit zu entwerfen. Aus ihr ergab sich eine Verschiebung des ringbildenden Eisgewölks von Südwesten nach Nordosten mit einer Geschwindigkeit von 6 bis 8 m in der Sekunde[12].

Die übrigen Mittelwerte liessen sich zwanglos in diese Karte einfügen, befestigten demnach jenes Ergebnis, mit Ausnahme der beiden letzten (No. 9 u. 10) für Strassburg und für Illenau. Aus der Karte aber erhellt, dass die Werte 9 und 10 auf den gleichen Verschiebungsvorgang nur mit grösserer Geschwindigkeit, und mit etwa einstündiger Verspätung, schliessen lassen. Es steht nichts im Wege, das Auftreten einer später folgenden zweiten und dritten Eiswolke anzunehmen, die weiter östlich dieselben Bahnen zogen oder vielleicht auch wegen der vorgerückten Tageszeit mit ihrem grelleren Sonnenschein den nördlicher wohnenden Beobachtern entgingen.

Für die Annahme verschiedener getrennter Eiswolken spricht noch der Umstand, dass Ringerscheinungen um die Sonne noch am Abend des 24. März

---

[4]) Strassburger Post, No. 272, vom 25. März 1901.

[5]) Hagenauer Zeitung, No. 101, vom 23. März 1901 und briefliche Berichte.

[6]) Brieflicher Bericht vom Centralbureau der Herren Dr. Dietrich & Cie., Niederbronn, 6. April 1901, erstattet von Herrn Huhn.

[7]) Strassburger Post No. 298, vom 1. April 1901.

[8]) Strassburger Post No. 272, vom 25. März 1901.

[9]) M. Ebell, Sonnenring, Meteorologische Zeitschrift. Wien 1902, S. 79. Brief von Herrn Professor Dr. Hoche, Nervi, 1. April 1901.

[10]) M. Ebell a. a. O.

[11]) Brief von Herrn Regierungsbaumeister O. Ruch, Illenau, 5. April 1901.

[12]) W. Krebs, Atmosphärische Optik im Elsass III. Strassburger Post No. 307, vom 4. April 1901, abgedruckt in der Meteorologischen Zeitschrift, Wien 1901, S. 428.

von Illenau[13]), solche um den Mond am Abend des 30. März von Reichshofen berichtet wurden[14]).

Auch kann für die rein örtliche Wahrnehmbarkeit der Eiswolken vom 23. März 1901 ihre verhältnismässig geringe Höhe angeführt werden. Für diese bietet sich ein Anhalt aus dem Umstand, dass die erste Ringbildung in den nur um 27 km auseinanderliegenden Städten Hagenau und Weissenburg nicht gleichzeitig sichtbar war. Das gestattet den Schluss auf weniger als 1000 m Meereshöhe der ringbildenden Eiswolke. Mit der an der Erdoberfläche infolge der Luftdruckverteilung vorherrschenden Nordströmung der Luft steht dies keineswegs in Widerspruch. Denn unter gleichbleibenden Luftdruckverhältnissen meldete die mehr als 500 m hoch gelegene Station München am 22. und 23. März 1901 Südwest-, am 24. März Westwind[15]). An jenen Tagen verlagerte sich ein Hochdruckgebiet aus nordischen Regionen über Westeuropa hin. Man kann den die Eiswolken mit sich führenden Südwestwind einer nicht allzuhohen Luftschicht dem Südteil eines nordischen Luftwirbels zurechnen, der an jener Verlagerung mitwirkte. Gerade von Norden hereinbrechenden Depressionen konnte schon mehrmals eine solche Wirksamkeit als Transportmittel beigemessen werden[16]).

Jedenfalls zeichnete sich die Dekade, in deren Mitte der Morgen des 23. März 1901 entfiel, durch eine fast stetig nach der negativen Seite zunehmende Anomalie der Temperaturen aus, vor allem für Südwestdeutschland.

In der folgenden Tabelle sind für diese Dekade des 23. März 1901 aus den Wetterberichten der Seewarte die Abweichungen von den mittleren oder normalen Morgentemperaturen an der nächstgelegenen Station angeführt. Die entsprechenden Werte für die Dekaden des 8. Oktober 1889 und des 1. April 1902, an welchen Tagen Abschmelzung der Eiswolken beobachtet wurde, sind zum Vergleich danebengestellt.

Abweichungen der Morgentemperaturen vom langjährigen Durchschnitt in Celsiusgraden.

März 1901	Karlsruhe[17])	Oktober 1889	Hamburg[18])	März/April 1902	Karlsruhe[19])
19.	— 0,5	4.	— 1,8	27.	— 2,1
20.	— 0,8	5.	— 1,6	28.	+ 2,7
21.	— 4,7	6.	— 1,1	29.	+ 1,4
22.	— 6,1	7.	— 0,4	30.	— 1,0
23.	— 6,4	8.	— 0,0	31.	— 3,3
5tägige Summe	— 18,5		— 4,9		— 2,3
24.	— 5,2	9.	+ 1,0	1.	+ 2,3
25.	— 6,9	10.	+ 0,4	2.	+ 3,9
26.	— 8,0	11.	— 0,8	3.	— 1,3
27.	— 8,5	12.	+ 0,6	4.	+ 1,3
28.	— 8,1	13.	+ 1,8	5.	— 1,5
5tägige Summe	— 36,7		+ 3,0		+ 4,7

[13]) Brief von Herrn Regierungsbaumeister O. Ruch, Illenau. 5. April 1901.

[14]) Strassburger Post No. 298, vom 1. April 1901.

[15]) Deutsche Seewarte, Tägliche Wetterberichte No. 81, 82. 83. 1901.

[16]) W. Krebs, Dürrejahre und strenge Winter. Meteorologische Zeitschrift 1892, S. 194. Derselbe, Winteranfang 1895 und Aussichten auf das Winterende. Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1896, S. 30 bis 31.

[17]) Deutsche Seewarte, tägliche Wetterberichte, No. 78 bis 87, 1901.

[18]) Desgl. No. 277 bis 286, 1889.

[19]) Desgl. No. 86 bis 95, 1902.

Für das Gebiet der Ringbeobachtungen vom 23. März 1901 ergab sich in der zweiten Hälfte der Dekade dennoch eine fast doppelt so starke Abweichung der Morgentemperaturen nach der negativen Seite als in der ersten Hälfte der Dekade.

Für die Gebiete der Ringbeobachtungen vom 8. Oktober 1889 und vom 1. April 1902 ergab sich dagegen ein scharfer Umschlag der vorher vorherrschend negativen in positive Abweichungen der Morgentemperaturen.

Die Ringerscheinungen vom 8. Oktober 1889 und 1. April 1902 hatten nach direkter Beobachtung Anhalt für die Annahme von Schmelzungs-, also von Erwärmungsvorgängen in der Höhe der Eiswolken geboten. Die Ringerscheinungen vom März 1901 hatten nicht nur solchen Anhalt versagt, sondern jener Annahme durch Erscheinen am 23. März nacheinander über verschiedenen Orten, sowie durch wiederholtes Eintreten an den folgenden Tagen, bis zum 30. März, widersprochen.

Zum Schluss ist demnach die Berechtigung wohl nicht zu bestreiten, dass aufmerksame Beobachtung der Ringbildungen um Sonne und Mond eine auf Temperaturverhältnisse gerichtete Prognose für mehrere, jedenfalls für fünf Tage im voraus, sehr wesentlich unterstützen kann.

Den so beobachteten Vorgängen in der Hochatmosphäre ist in diesem Blick fast der Rang von Reaktionen beizumessen, aus denen man auf meteorologisch wichtige Verhältnisse in der freien Hochatmosphäre zu schliessen vermag.



Versuche mit drahtloser Telephonie auf dem Wannsee bei Berlin.

Von Ernst Ruhmer.

Bereits vor ca. 20 Jahren machten die Aufsehen erregenden Versuche Graham Bells einer Telephonie ohne Drahtleitung die Runde durch alle Zeitschriften. Bell benutzte folgende Anordnung:

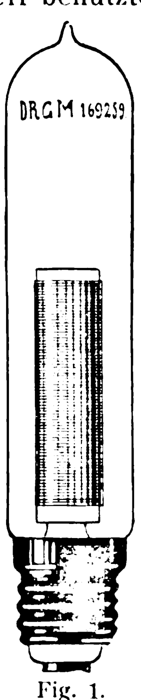


Fig. 1.

Die parallel gemachten Strahlen einer Projektionslampe werden gegen eine am Ende eines Sprachrohres befestigte spiegelnde Membrane geworfen, um von dieser gegen eine in dem Brennpunkt eines Hohlspiegels angeordnete Selenzelle reflektiert zu werden. Wird in das Sprachrohr gesungen, gesprochen etc., so rufen die Schwingungen der Membrane bald eine Convergenz, bald eine Divergenz der von ihr ausgehenden Lichtstrahlen hervor. Dadurch wird eine, den auf die Membrane auftreffenden Schallschwingungen entsprechende undulierende Belichtung der mit zwei Fernhörern und Batterie verbundenen Selenzelle der Empfangsstation hervorgerufen. Da das Selen seinen elektrischen Widerstand mit der Lichtstärke ändert, so setzen sich die Belichtungsunterschiede in den Fernhörern wieder in Schallschwingungen um, die den auf die Sprachrohrmembrane auftreffenden analog sind. Das Selen wirkt also gleichsam als Mikrophon, das nicht wie ein gewöhnliches Mikrophon auf Druckschwankungen, sondern auf Lichtschwankungen reagiert.

Auf diese Weise gelang es Bell, zwischen zwei Wohnhäusern Washingtons auf eine Entfernung von ca. 200 m eine sichere Verständigung zu erzielen.

In neuester Zeit ist es gelungen, die Bell'sche Anordnung wesentlich zu verbessern, sodass dieselbe wirklich praktischen Zwecken genügen kann.

Der erste wesentliche Fortschritt bestand in der Anwendung der sprechenden Bogenlampe als photophonischen Sender.

Durch die dem Gleichstrom überlagerten Mikrophonstromschwankungen werden bekanntlich Temperaturschwankungen des Flammenbogens hervorgerufen, welche die wunderbare akustische Wirkung zur Folge haben. Mit diesen

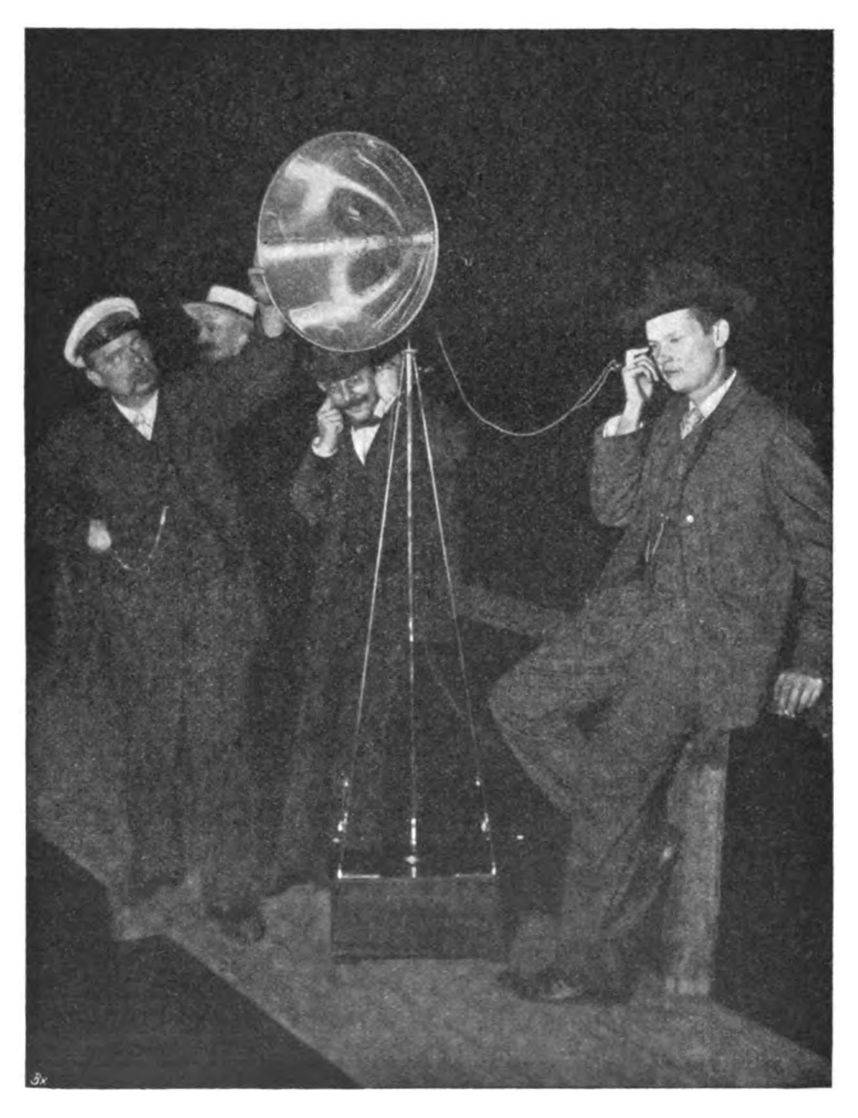


Fig. 2.

Temperaturschwankungen gehen natürlich auch Lichtintensitätsschwankungen des Flammenbogens Hand in Hand, welche den Schwingungen der Mikrophonmembrane genau entsprechen. Die von der Lampe ausgehenden undulierenden Strahlen werden mittels eines Scheinwerfers nach der Empfangsstation geworfen und setzen sich dort wieder in Schallschwingungen um, wie wir bereits oben gesehen haben.

Ein anderer Fortschritt von noch grösserer Bedeutung wurde durch die Verbesserung der bisherigen lichtempfindlichen Zellen herbeigeführt. Es ist mir

nach langem Studium des merkwürdigen Verhaltens des Selens gelungen, Zellen von ungeahnter Lichtempfindlichkeit herzustellen, welche verhältnismässig niederen Widerstand besitzen und im Gegensatz zu den bisherigen Selenzellen von fast unbegrenzter Haltbarkeit sind.

Nachdem ich mit diesen verbesserten Hülfsmitteln unter anderen in der Ausstellung elektrotechnischer Neuheiten im Architektenhause anlässlich des vom elektrotechnischen Vereine veranstalteten Gesellschaftsabends photophonische Uebertragungen auf kürzere Entfernungen ausgeführt hatte, ermutigte mich die überraschende Deutlichkeit und Lautstärke der Uebertragung zu Versuchen über grössere Entfernungen, um die praktische Brauchbarkeit zu erproben.

Als geeignetes Versuchsgelände erwies sich der Wannsee und wurde die Empfangsstation am Ufer neben dem dortigen Elektrizitätswerk installiert.

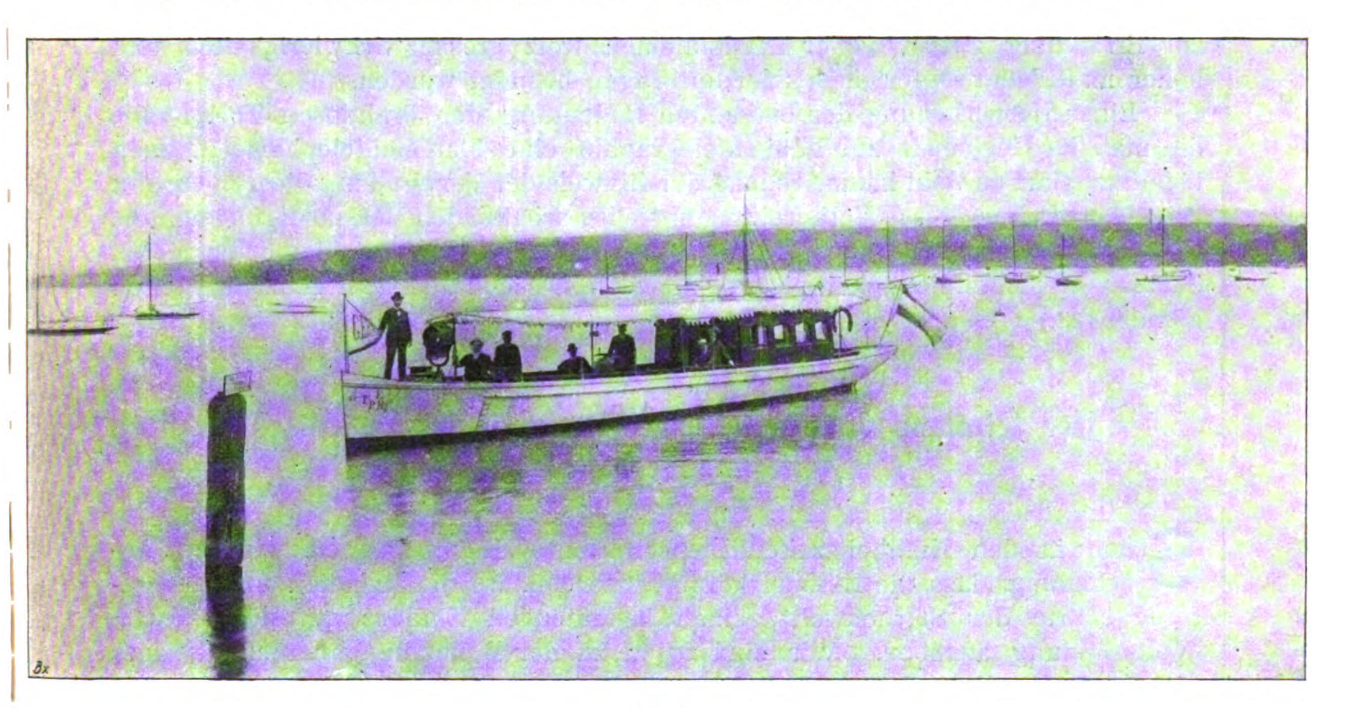


Fig. 3.

Die neue lichtempfindliche Zelle (vgl. Fig. 1) befindet sich in der Brennlinie eines grossen parabolischen Hohlspiegels, sodass die von der Lichtquelle auf den Spiegel geworfenen Strahlen von diesem reflektiert und auf die Selenzelle konzentriert werden, die mit einer Batterie kleiner Akkumulatoren und zwei empfindlichen Telephonen verbunden ist. (Fig. 2.)

Die Sendestation befand sich auf dem Akkumulatorenboot „Germania“, das zur Zeit auf der dortigen Motorbootausstellung stationiert ist und für die Versuche mit einem Schuckert'schen Torpedoboot-Scheinwerfer von 35 cm Oeffnung ausgestattet wurde. (Fig. 3.)

Zwischen beiden Stationen wurden durch die beim Sprechen in ein Mikrophon hervorgerufenen Lichtschwankungen des Scheinwerfers, welche sich in der Empfangsstation wieder in Stromschwankungen umsetzen, telephonische Gespräche ausgetauscht.

Das Akkumulatorenboot fuhr immer weiter in den See hinaus, um die Tragweite der von den Lichtstrahlen getragenen Sprache zu ermitteln.

Es konnte über den ganzen Wannsee und die Havel hinweg bis nach Kladow hin, also etwa auf 4,5 km eine sichere und gute Verständigung erzielt werden, ohne dass damit die Grenze der Leistungsfähigkeit der Apparate erreicht worden wäre.

Bei einem neuerdings angestellten Versuche befand sich die Empfangsstation auf dem Kaiser Wilhelm-Turm im Grunewald, während das Akkumulatorenboot bis zur Pfaueninsel fuhr. Auch hier konnten ununterbrochen Gespräche übertragen werden. Die Deutlichkeit und Lautstärke der Wiedergabe setzte die zahlreich am Kaiser Wilhelm-Turm versammelten Fachleute in Erstaunen, obgleich die Entfernung über 7 km betrug.

Die Versuche sollen jetzt an anderer Stelle auf 15 km Entfernung fortgesetzt werden, und wenn dieses Heft in die Hände der verehrlichen Leser gelangt, wird dies schon zur Thatsache geworden sein, da die Vorbereitungen zur Errichtung zweier fester Landstationen trotz grosser Schwierigkeiten und hoher materieller Opfer in den letzten Tagen beendet wurden.

Einer Hervorhebung der eminenten Bedeutung der drahtlosen Telephonie, die man im Gegensatz zur Funkentelegraphie eine Flammentelephonie nennen könnte, bedarf es wohl kaum, es mag der Hinweis der Verwendung dieses äusserst schnell und ohne grosse Vorbereitungen sicher arbeitenden Verständigungsmittels für Heer und Marine genügen, wo die vorhandenen transportablen resp. festen Scheinwerfer mit Leichtigkeit photophonischen Zwecken dienstbar gemacht werden können.



Der Einfluss von Mond und Planeten auf die irdischen Witterungsverhältnisse.*)

Von Max Jacobi.

Schon in den Kindheitszeiten menschlicher Kultur begegnen wir der Anschauung, dass die Himmelskörper, insbesondere die Planeten und der getreue „Hirte der Sternenwelt", einen bedeutenden Einfluss auf die irdische Wetterbildung ausüben. Wir sind sogar zu der Behauptung berechtigt, dass die Astrologie, jene einst so beliebte „Stiefschwester" der Astronomie, sich aus jener oben erwähnten Anschauung herausgebildet hat.

Man beobachtete sorgfältig den Planeten- und Mondlauf und versuchte dann hieraus sichere Schlüsse auf die kommende Witterung zu ziehen.

Von den Planeten waren es besonders Mars und Venus, welche für die Wetterbildung in erster Linie massgebend sein sollten. Es lag nämlich nahe, dem Mars — seiner feuerähnlichen Farbe wegen — ausdörrende Eigenschaften beizulegen, dagegen sich von dem milden Glanze des Abend- uud Morgensterns auch milde, angenehme Witterung zu versprechen.**)

Beide Ansichten vererbten sich von Geschlecht zu Geschlecht, sie überdauerten Jahrhunderte und Jahrtausende und finden sich noch heute in vielen Sprüchen und „Regeln" des Landmanns.

Es kann indessen diese Anschauung von einem sichtbaren Einflusse der Planetenwelt auf die irdische Witterung der modernen meteorologischen Kritik

*) Vorzügliche Litteratur-Angaben über beregtes Thema bei S. Günther: „Der Einfluss der Himmelskörper auf die Witterungsverhältnisse." Nürnberg 1876.

**) Vergl. u. A.: A. Bouché-Leclercq: L'astrologie grecque 1898. Maury: L'astrologie 1861.

gegenüber nicht standhalten. Zwar ist es zweifelsohne sicher, dass die Planeten gegenseitig durch ihre Massen in ihren Bahnen um die Sonne etwas sich stören, d. h. einen astronomischen Einfluss aufeinander ausüben, keinesfalls aber einen meteorologischen.

Ein wenig anders liegen diese Verhältnisse beim Monde, dem uns nächsten Himmelskörper.

Vor allem muss man jedoch der irrigen Meinung entgegentreten, dass die Strahlen des Vollmondes durch ihre Temperatur die Erd-Witterung, und hiermit das Leben und Gedeihen der Pflanzenwelt schädlich oder förderlich beeinflussen. Gelang es doch erst den Physikern der neuesten Zeit mittels äusserst empfindlicher Instrumente überhaupt nachzuweisen, dass die Mondstrahlen Wärme besitzen und zwar ungefähr $^1/_{83000}$ der Wärme eines Sonnenstrahls! Andererseits verwechselt der Landmann Ursache und Wirkung, wenn er im Winter bei klarem Mondlicht das Erfrieren seiner Feldfrüchte befürchtet. Solange nämlich das Mondlicht nicht klar ist, d. h. eine Wolkenschicht es teilweise verbirgt, bewirkt auch letztere eine Zurückwerfung der Wärmestrahlen, welche von der Erde aus in den Aetherraum steigen. Daher ist es dann verhältnismässig warm, dagegen bei klarem Mondlicht ohne schützende Wolkendecke kalt.

Nicht so sicher kann man den chemischen Einfluss des Mondlichtes auf das Gedeihen der Pflanzen leugnen. Bei der eigentümlichen chemischen Wirkung der Mondstrahlen lässt sich sehr wohl ein gewisser Einfluss auf Pflänzchen annehmen, deren Samen zur Zeit des Neumondes gesät ist und als schwache Keime im Vollmond der Erde entspriessen. Dieser Ansicht giebt auch der berühmte vormalige Direktor der Sternwarte des Vaticans, P. Secchi, Ausdruck.

Seit den Zeiten Repplers und Newtons versuchte man, nach Analogie der Ebbe und Flut des Meeres, auch eine Ebbe und Flut in der Atmosphäre nachzuweisen, welche gleichfalls der Mond durch seine Anziehungskraft bewirken sollte. Und wie man nach dem jeweiligen Stande von Sonne und Mond zur Erde eine kleinere Meeresflut — Nippflut — von einer grösseren — Springflut — unterschied, so suchte man auch für die atmosphärische Ebbe und Flut bedeutungsvolle Momente aufzufinden, welche man besonders in den Neumonden und den Quadraturen des Mondes — d. h. in den Halbmonden — entdeckt zu haben vermeinte.

Hochberühmte Mathematiker und Physiker — ich nenne nur die grossen Astronomen Euler und Laplace, fernerhin Alexander von Humboldt — stellten sich die Lösung dieses „atmosphärischen Ebbe- und Flut-Problems“ zur Aufgabe. Bis in die neueste Zeit hinein wurden an äusserst empfindlichen Barometern seitens gewiegter Meteorologen genaue Beobachtungen angestellt, um den Einfluss des Mondes auf Luftdruckschwankungen zu konstatieren, und man vermag heute nur zu sagen, dass trotz sorgfältigster Beobachtungen nicht der geringste bemerkenswerte Unterschied in den Barometerständen hervorgerufen wurde, welchen man auf die Mondstellung hätte zurückführen können.

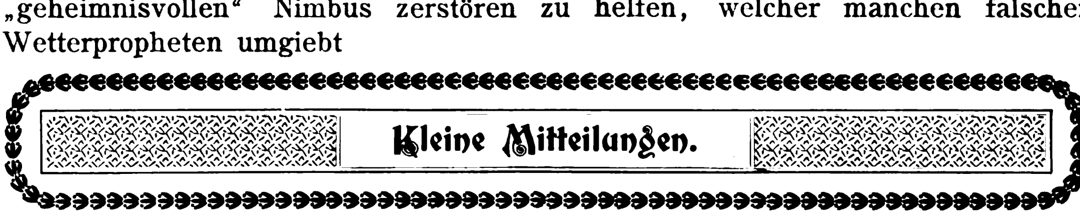
Somit vermögen wir, vom Standpunkte der reinen Wissenschaft aus, alle jene Wetterprophezeiungen nach dem jeweiligen Mondstande nur als Humbug oder — zum wenigsten — als Täuschung zu bezeichnen. Wenn es zufällig an einem „Falb'schen Tage 1. kritischer Ordnung“ regnet, so ist der Neumond an dieser „bedauerlichen Thatsache“ gewiss unschuldig, und man kann nur jene Thoren verlachen, welche eine lokale Witterungserscheinung von astronomischen

Vorgängen abhängig sein lassen. — Hinwiederum kann man die Vermutung hegen, dass der Mond auch gewisse elektrische Kräfte aussendet, welche vielleicht die irdische Gewitterbildung beeinflussen. Jedenfalls ist selbst ein so vorzüglicher Meteorologe, wie Prof. S. Günther in München, der Bejahung dieser Frage nicht abgeneigt. Indessen hat man von den elektrischen Kräften im Aetherraume, die unzweifelhaft eine grosse Rolle spielen, noch zu wenig positive Kenntnisse.

Möglich ist es immerhin, dass es einer kenntnisreicheren Zukunft gelingen wird, selbst in der rätselhaften Erscheinung des Nordlichtes Beeinflussung durch magnetisch-elektrische Kräfte vom Monde her nachzuweisen.

Für die Jetztzeit jedoch und im allgemeinen für alle Zeiten, kann von einer sicheren Vorausbestimmung der Witterung aus astronomischen Beobachtungen garnicht die Rede sein.

Umsomehr muss sich jeder naturliebende Mensch veranlasst sehen, den „geheimnisvollen“ Nimbus zerstören zu helfen, welcher manchen falschen Wetterpropheten umgiebt



Kleine Mitteilungen.

Vom internationalen Katalog der naturwissenschaftlichen Litteratur. Im „Centralblatt für Bibliothekswesen“ (XVIII. Jg., 10. Heft, Oktober 1901) macht Herr Dr. Brodmann Mitteilungen über den „Internationalen Katalog der naturwissenschaftlichen Litteratur“. Ueber den Beginn und die ersten Stadien des Unternehmens wurde dort schon früher berichtet (E. Junker, Ein internationaler Katalog der exakten Wissenschaften, C. f. B., XIII 1896, pag. 505 bis 510), ausserdem hat F. Milkau in seiner kleinen Schrift „Die internationale Bibliographie der Naturwissenschaften nach dem Plane der Royal Society, Berlin 1899“ über den Stand der Angelegenheit am Ende des Jahres 1898 eine orientierende Uebersicht gegeben.

Die vorbereitenden Arbeiten sind abgeschlossen und die Regionalbureaus der einzelnen beteiligten Länder haben mit der Sammlung und der Bearbeitung des Materials begonnen. Die Vorarbeiten wurden auf den Londoner Konferenzen im Juli 1896 und im Oktober 1898 ausführlich besprochen. Neben den auf die Ausgestaltung des Katalogs selbst bezüglichen Fragen behandelte die zweite Konferenz sehr ausführlich die Organisation des ganzen Unternehmens und seine Finanzierung. In Deutschland arbeitete eine Konferenz hervorragender Gelehrter 1899 eine „Denkschrift betreffend die Beteiligung Deutschlands an der Internationalen Bibliographie der Naturwissenschaften nach dem Plane der Royal Society“ aus, die in einigen Punkten Gegenentwürfe aufstellte. Unter anderem wurde auch die Verwerfung der beabsichtigten Zettelausgabe wegen der dadurch entstehenden grossen Mehrkosten empfohlen. Das Anfang August 1899 in London zusammentretende „Provisional International Committee“, an welchem Deutschland, Oesterreich, Belgien, Frankreich, Holland, Schweden, die Schweiz und die Vereinigten Staaten von Nordamerika teilnahmen, beseitigte denn auch leider den Plan der Zettelausgabe, obwohl ein Zettelkatalog doch zweifelsohne die den Bestimmungen eines Kataloges am besten und zweckmässigsten dienende Form besitzt. Viel mehr Schwierigkeiten als dieses machte aber eine Einigung über die zweckmässige sachliche Ausgestaltung des Kataloges in Bezug auf die Titelaufnahmen; es wurde beschlossen, dass über die für eine Abhandlung zulässige und erforderliche Anzahl von Eintragungen nach „bezeichnenden Wörtern“, also über die Auswerfung sachlicher Nachweise in ihrer kürzesten Form, im Sachkatalog bestimmte Regeln einstweilen nicht festgelegt werden sollten. Vielmehr wurde es dem Centralbureau überlassen, nach hinreichend gesammelten Erfahrungen in dieser Beziehung regelnd einzugreifen. In den Unterabteilungen des Systems wurde die schliessliche Anordnung in der Regel nach Verfassernamen beschlossen.

Die definitive allgemeine Konferenz trat Juni 1900 zusammen; an ihr waren folgende Staaten beteiligt: Oesterreich, Frankreich, Deutschland, Griechenland, Ungarn, Italien, Japan, Mexiko, Norwegen, die Schweiz, England, die Kapkolonie, Indien, Natal, Neu-Seeland und Queensland. Die Entwürfe des Provisional International Committee wurden mit geringen Aenderungen angenommen.

Die finanzielle Sicherstellung des Unternehmens sollte durch die dauernde Beihilfe seitens der verschiedenen Länder darin bestehen, dass diese sich zur Abnahme einer gewissen Anzahl Bände verpflichteten. Der Preis für ein vollständiges Exemplar des Kataloges (17 Bände) sollte 17 £ betragen; um dabei die Druckkosten u. s. w. zu decken, mussten mindestens 300 Exemplare verkauft werden, die denn auch von den beteiligten Ländern subscribiert wurden. Es übernahmen England und Deutschland je 45 Exemplare, Frankreich 35, Italien 25 u. s. w. Die Uebernahme finanzieller Verbindlichkeiten blieb dem Internationalen Rat vorbehalten, der am 12. Dezember 1900 zum ersten Male in London als bleibende Institution des Unternehmens zusammentrat und die verantwortliche Leitung desselben in erster Instanz übernahm. Die Zusammenstellung der periodischen naturwissenschaftlichen Litteratur jedes der beteiligten Länder wurde von den betreffenden Regionalbureaus bald in Angriff genommen.

Die endgültige Gestalt des Unternehmens wurde diese: Die oberste Instanz des Unternehmens ist die alle fünf Jahre in London zusammentretende internationale Konvention, welche von den Beteiligten so gebildet wird, dass kein Land mehr als drei Vertreter entsenden soll. Als eigentliches Exekutivorgan fungiert der internationale Rat, welcher aus je einem Delegierten der beteiligten Staaten besteht und in der Regel alle drei Jahre zusammentritt. Ihm liegt die Verwaltung und Kontrolle der Finanzen ob, sowie die Ueberwachung des Centralbureaus bei der Zusammenstellung und Herausgabe des Kataloges. Für die eigentliche bibliographische Arbeit sind in den einzelnen beteiligten Ländern Regionalbureaus errichtet, welche die in dem bezüglichen Lande erscheinende einschlägige Litteratur zu sammeln und zu klassifizieren haben. Das gesammelte Material wird an das Londoner Centralbureau abgegeben, wo es definitiv bearbeitet und druckfertig gemacht wird. Das Centralbureau steht unter der Leitung des Herrn Dr. H. Forster Morley und hat seinen Sitz in London WC, 34 & 35 Southampton Street Strand. Das deutsche Regionalbureau untersteht dem Oberbibliothekar Herrn Dr. Uhlworm und befindet sich in den bis vor wenigen Jahren von der Kaiserlichen Normal-Aichungskommission innegehabten Räumen in Berlin, Enckeplatz 3a, auf dem Terrain der Kgl. Sternwarte.

Die Herausgabe des Kataloges geschieht in 17 Bänden, entsprechend den 17 festgelegten verschiedenen Disziplinen. Dieselben sind in der folgenden Art mit Ordnungsschemata bezeichnet:

A. Mathematik — *B.* Mechanik — *C.* Physik — *D.* Chemie — *E.* Astronomie — *F.* Meteorologie — *G.* Mineralogie nebst Petrographie und Krystallographie — *H.* Geologie — *I.* Physik. und mathem. Geographie — *K.* Palaeontologie – *L.* Allgem. Biologie — *M.* Botanik — *N.* Zoologie — *O.* Anatomie des Menschen — *P.* Anthropologie — *Q.* Physiologie nebst Pharmakologie, exper. Pathologie und exper. Psychologie — *R.* Bakteriologie. —

Die Arbeiten aus den angewandten Wissenschaften sind von der Aufnahme ausgeschlossen, sofern sie nicht Gegenstände von wissenschaftlichem Interesse behandeln.

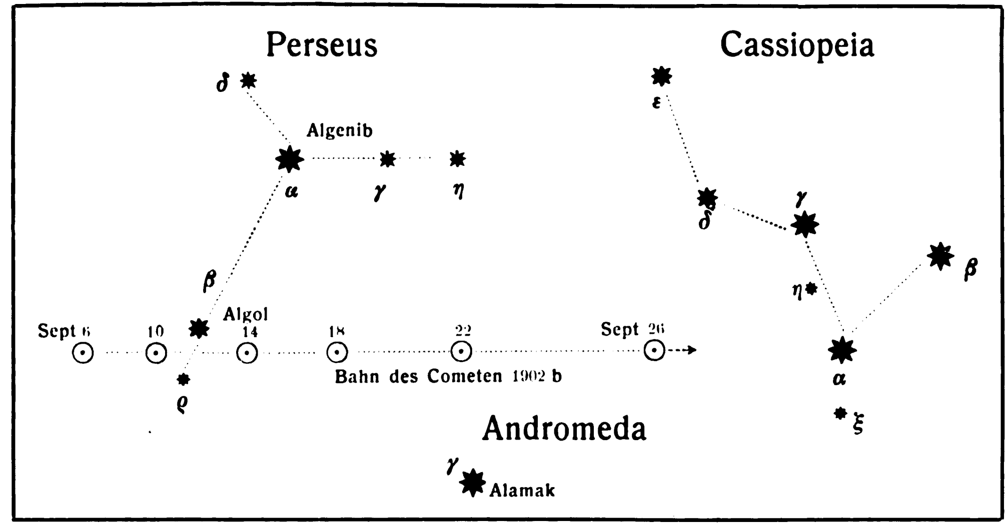
Jeder Jahresband der einzelnen Disziplin zerfällt in einen Sach- und einen Autorenkatalog, in welch letzterem die Titel der Arbeiten alphabetisch nach den Namen der Verfasser aufgeführt werden, wobei dem Originaltitel, sobald er nicht in einer der fünf Sprachen: Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, Lateinisch abgefasst ist, die Uebersetzung in eine dieser Sprachen beizufügen ist. Hierzu kommen die notwendigen bibliographischen Angaben. Bei Zeitschriftenartikeln werden zu letzterem Zwecke nach einheitlichen Grundsätzen entworfene Kürzungen verwandt, welche so ausgewählt sind, dass aus ihnen leicht die betreffende Zeitschrift erkannt werden kann. Auch die von den Regionalbureaus für die systematische Anordnung vorgenommenen Titelveränderungen, welche zum Zwecke der besseren Charakterisierung und Klassifikation der Arbeiten vorgenommen werden, werden in der bibliographisch üblichen Form gekennzeichnet.

Bei den sachlichen Eintragungen an anderen Stellen des Kataloges soll beachtet werden, dass im Durchschnitt nicht mehr als zwei Sacheintragungen auf eine Arbeit kommen, damit die den finanziellen Voranschlägen zu Grunde liegende Gesamtzahl der Eintragungen im ganzen Katalog einschliesslich der Autorenkataloge, 160 000 im Jahre nicht überschreiten.

Die ersten Bände des Kataloges, umfassend die ersten Teile der Chemie und Botanik, sind kürzlich erschienen. Um das im Deutschen Reiche gesammelte litterarische Material nicht zu lange ungenutzt liegen lassen zu müssen, ehe es an die Oeffentlichkeit gelangt, hat das Reichsamt des Innern beschlossen, eine „Bibliographie der deutschen naturwissenschaftlichen Litteratur“ durch das Deutsche Bureau der internationalen Bibliographie in Berlin herausgeben zu lassen, die seit dem 7. September 1901 im Verlage von Gustav Fischer wöchentlich in der Stärke von 3 Bogen erscheint. Jeder Band umfasst 80 Bogen und kostet 20 M., einseitig bedruckt 24 M. Linke.

* * *

Entdeckung eines neuen Kometen Perrine 1902b. Wenn von der astronomischen Centrale in Kiel ein neuer Komet gemeldet wird, so lautet die erste Frage, ist es ein periodischer Komet, der immer nach bestimmter Zeit zur Sonne wiederkehrt, oder ein solcher, der nur einmal unser Sonnensystem kreuzt, um dann auf Nimmerwiedersehen zu verschwinden. Die neuen periodischen Kometen sind entweder wegen ihrer Lichtschwäche oder langen Periode bis zu ihrer Entdeckung der Beobachtung entgangen, oder überhaupt erst dadurch periodische geworden, dass sie einem Planeten so nahe gekommen sind, dass dessen Anziehung ihre offene, parabolische in eine geschlossene, elliptische Bahn umgewandelt hat. Die Frage, ob ein Komet periodisch oder nicht, kann erst beantwortet werden, wenn mindestens drei Beobachtungen vorliegen. Der neuentdeckte gehört zu den Kometen, die wir niemals wiedersehen werden. Bei seiner Entdeckung am 1. September 1902 fand ihn Perrine nur 9. Grösse, am 3. September war er bereits 8. Grösse und beim Erscheinen dieses Heftes wird er schon 6.—7. Grösse sein, so dass er noch Ende September voraussichtlich mit unbewaffnetem Auge gesehen werden kann. Am 5. und 6. September konnte ich ihn schon mit



einem 3-Zöller bequem auffinden und wer seine Position genau kannte, fand ihn sogar schon mit einem Opernglas. Mit unserm grossen Refractor habe ich mehrere Zeichnungen angefertigt, die einen Kern von etwa 20 Bogensekunden und einen Schweif von 10 Bogenminuten Länge erscheinen lassen. Der Komet ist bereits circumpolar und rückt immer noch in höhere Deklination. Er kann daher schon bald nach Sonnenuntergang*) beobachtet werden und bleibt während der ganzen Nacht sichtbar. Ueber seinen Lauf unter den Sternen wird unser Leser aus der beigegebenen Skizze orientiert. Am 12. September stand der Komet nahe bei Algol, am 20. wird er die nördliche Partie von Andromeda durchkreuzen und am 25. September in das Sternbild der Cassiopeia rücken. Die genaue Position und den Verlauf der Helligkeit des Kometen geben wir nach einer in den Astron. Nachr. No. 3812 von Strömgren veröffentlichten Bahn und Ephemeride wieder.

1902	Rectascension	Deklination	Helligkeit
September 6.	$3^h\ 11^m\ 48^s$	$+37^0\ 0',3$	1,50
10.	3 4 26	39 10,4	2,09
14.	2 52 59	41 51,4	3,02
18.	2 34 47	45 13,2	4,54
22.	2 4 19	49 23,3	7,09
26.	1 10 1	$+54$ 3,8	11,42

Einheit der Helligkeit September 1

F. S. Archenhold.

* * *

„Deutschland“, Monatsschrift für die gesamte Kultur. Wir machen unsere Leser heute noch ganz besonders auf den beiliegenden „Prospect“ der neuen Zeitschrift „Deutschland“ aufmerksam, die im gleichen Verlage wie das „Weltall“ erscheint. Die ständige Mitarbeit von Eduard von Hartmann, Theodor Lipps, Berthold Litzmann, Otto Pfleiderer, Ferdinand Tönnies und der Herausgeber Graf von Hoensbroech bürgen für die Gediegenheit und Reichhaltigkeit dieser neuen Zeitschrift, die Wissenschaft, Kunst, Politik, Theologie, Volkswirtschaft, Technik, Industrie u. a. umfassen wird. Das soeben erschienene erste Heft lässt bereits den vornehmen Charakter und die Vielseitigkeit dieser Zeitschrift vollauf erkennen.

*) Der Komet wird jetzt allabendlich den Besuchern der Treptow-Sternwarte gezeigt.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.